PHYSIQUE 20–30

Échéancier obligatoire
Physique 20 – Septembre 2007
Physique 30 – Septembre 2008

La mise en œuvre avant ces dates n'est **pas** approuvée.

RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

Les programmes de sciences fournissent aux élèves des occasions d'acquérir les connaissances, habiletés et attitudes dont ils ont besoin pour devenir des membres productifs et responsables de la société. Ces programmes permettent également aux élèves d'explorer divers thèmes d'intérêt et de se préparer à poursuivre des études et à choisir une carrière. Les diplômés des écoles de l'Alberta ont besoin des connaissances scientifiques et des habiletés techniques connexes afin de pouvoir comprendre et interpréter le monde qui les entoure. Ils doivent également acquérir des attitudes qui les inciteront à se servir de leurs connaissances et habiletés de manière responsable.

Pour acquérir une culture scientifique, les élèves doivent acquérir une connaissance de la science et de ses relations avec les technologies et la société. Ils doivent également acquérir les habiletés générales nécessaires pour reconnaître et analyser les
pour trouver des solutions et les mettre à
pour rechercher, interpréter et évaluer
n. Afin d'être pertinent aux élèves tout
t aux besoins sociétaux, un programme
s doit présenter la matière dans un
richissant, en offrant aux élèves des occasions de découvrir la démarche scientifique, ses applications et ses effets, et d'examiner des problèmes et des questions technologiques connexes. Ainsi, les élèves prennent conscience du rôle de la science par rapport aux changements sociaux et culturels et aux besoins d'un environnement durable pour soutenir l'économie et la société.

Orientations du programme

Le programme de sciences du niveau secondaire s'inspire de la vision que tous les élèves, quel que soit leur sexe ou leur origine culturelle, auront la possibilité d'acquérir une culture scientifique. Cette culture permet à l'élève de développer ses aptitudes liées à la recherche scientifique, de résoudre des problèmes, de prendre des décisions, d'avoir le goût d'apprendre sa vie durant et de maintenir un sens d'émerveillement du monde qui l'entoure.

Diverses expériences d'apprentissage inspirées du programme fournissent aux élèves des occasions d'explorer, d'analyser et d'apprécier les interactions entre la science, la technologie, la société et l'environnement. Ainsi, les élèves auront une meilleure compréhension du monde qui les entoure, ce qui influera sur leur vie personnelle, leur carrière et leur avenir.



Buts

Les buts suivants, él[...] sciences au Canada sont exposés dans le *Cadre commun de résultats d'apprentissage des sciences de la nature M à 12 : Protocole pancanadien pour la collaboration en matière de programmes scolaires* (1997). Tout le programme de sciences de l'Alberta porte sur ces buts. L'enseignement des sciences vise à :

- encourager les élèves de tous les niveaux scolaires à acquérir un sentiment d'émerveillement et de curiosité à l'égard des activités scientifiques et technologiques;
- amener les élèves à se servir des sciences et de la technologie pour construire de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes en vue d'améliorer leur propre qualité de vie et celle des autres membres de la société;
- préparer les élèves à aborder de façon critique, des questions d'ordre social, économique, éthique et environnemental liées aux sciences;
- offrir aux élèves une formation scientifique de base qui leur permettra de poursuivre des études dans ce domaine, les préparera à faire carrière dans le domaine des sciences et les incitera à entreprendre des loisirs à caractère scientifique convenant à leurs intérêts et à leurs aptitudes;
- amener les élèves, en fonction de leurs aptitudes et de leurs intérêts, à s'intéresser à un vaste éventail de carrières liées aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

Perspectives autochtones

Au deuxième cycle du secondaire, les cours de sciences incorporent des perspectives autochtones afin d'amener tous les élèves à prendre conscience de la diversité culturelle et des réalisations des Premières nations, des Métis et des Inuits (PNMI). Ces cours sont conçues pour :

- reconnaître la contribution des autochtones à la connaissance du monde naturel;
- favoriser la réflexion pluridisciplinaire en intégrant des connaissances provenant des diverses disciplines des sciences;
- inculquer la notion que des liens unissent les humains au monde naturel et favoriser la prise [...]nportance de sauvegarder
- encourager des attitudes positives en offrant aux élèves des expériences qui leur montrent qu'ils peuvent réussir en sciences.

Technologies de l'information et de la communication (TIC)

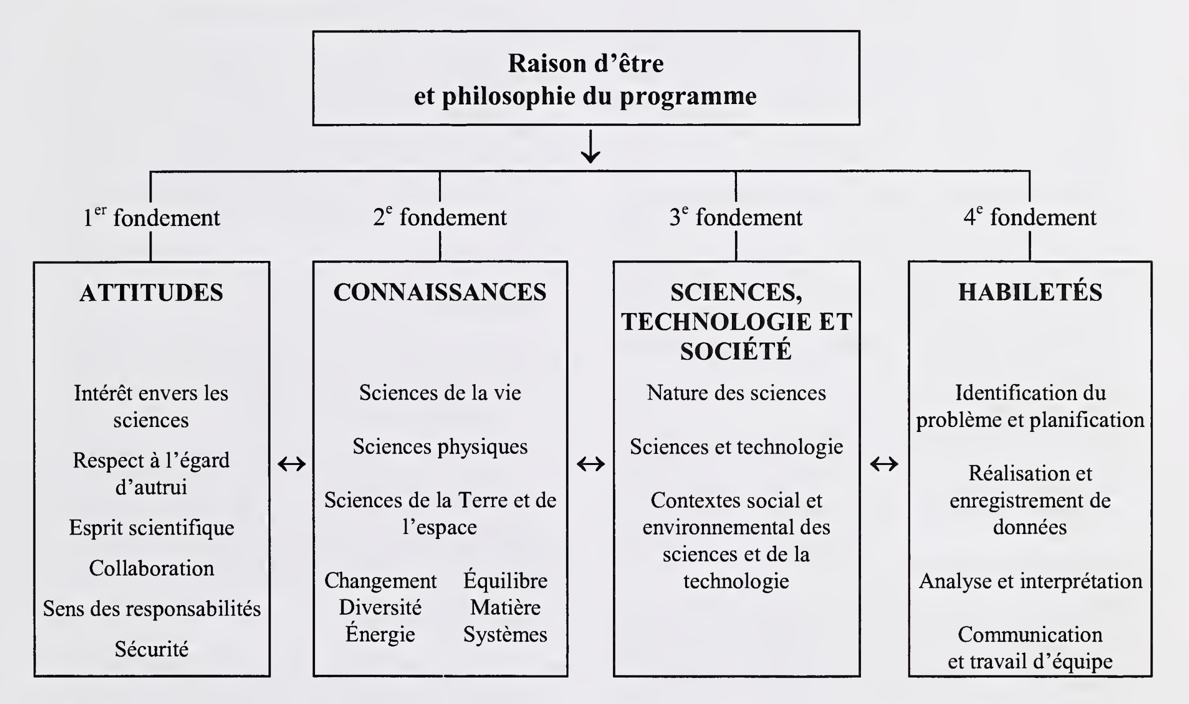
Des résultats d'apprentissage spécifiques, tirés du programme d'études des Technologies de l'information et de la communication (TIC) sont indiqués tout au long des programmes de sciences en 11e et 12e années. Ainsi, les élèves acquièrent une perspective globale de la nature de la technologie, apprennent à utiliser et à mettre en pratique une variété de technologies, et examinent l'impact des TIC sur les individus et la société. L'intégration de résultats d'apprentissage liés aux TIC favorise et renforce la compréhension et les habiletés que les élèves doivent acquérir conformément au troisième fondement (Sciences, technologie et société) et au quatrième fondement (Habiletés). Une application efficace, efficiente et éthique des résultats d'apprentissage des TIC fait partie intégrante des orientations du programme.

L'intégration des résultats d'apprentissage des TIC permet aux élèves d'apprendre à :

- comprendre la nature des technologies et à utiliser la terminologie de façon appropriée;
- faire un usage soigneux de l'équipement et partager les ressources limitées des TIC;
- employer la technologie de façon éthique, notamment en respectant la propriété de l'information et des ressources numériques et en citant les sources électroniques;
- faire un usage sécuritaire de la technologie, notamment en appliquant les principes de l'ergonomie et les consignes de sécurité appropriées;
- utiliser Internet de manière sécuritaire, notamment en protégeant les renseignements personnels et en évitant toute communication avec des inconnus;
- se servir de la technologie de manière appropriée, notamment en se conformant aux règles de courtoisie et en respectant la vie privée des autres.

FONDEMENTS DU PROGRAMME

Afin de soutenir l'acquisition d'une culture scientifique, un programme de sciences doit offrir à l'élève des expériences d'apprentissage qui l'exposent aux aspects clés des sciences et de leurs applications. Ces fondements établissent l'orientation générale du programme et mettent en lumière les composantes essentielles de sa structure.



Premier fondement
Attitudes—On encouragera l'élève à développer des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour le bien commun de soi-même, de la société et de l'environnement.

Deuxième fondement
Connaissances – L'élève construira des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace, en se servant de ce qu'il apprendra pour interpréter, intégrer et élargir les notions apprises.

Troisième fondement
Sciences, technologie et société (STS) – L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie, et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

Quatrième fondement
Habiletés – L'élève développera les habiletés requises pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées et des résultats scientifiques, travailler en équipe et prendre des décisions éclairées.

Premier fondement : Attitudes

Le premier fondement se rapporte aux aspects généralisés de conduite communément désignés par le terme « attitudes ». En ce qui a trait aux attitudes, les résultats visés se distinguent des énoncés relatifs aux habiletés et aux connaissances : ils s'expriment d'une autre façon et sont plus profondément ancrés dans le vécu de l'élève. L'acquisition de bonnes attitudes est un processus permanent auquel participent le foyer, l'école, la communauté et la société en général. Elles se révèlent non pas tant dans la réaction à un évènement particulier que dans les types de comportement manifestés au fil du temps. L'acquisition d'attitudes positives joue un rôle important dans l'épanouissement de l'élève : elle influe sur son développement intellectuel et le prédispose à un usage responsable de ce qu'il aura appris.

Intérêt envers les sciences

L'élève sera encouragé à cultiver son enthousiasme et son intérêt pour l'étude des sciences.

Respect à l'égard d'autrui

L'élève sera encouragé à reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction des idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent.

Esprit scientifique

L'élève sera encouragé à développer des attitudes favorables à la recherche, à la résolution de problèmes et à la prise de décisions.

Collaboration

L'élève sera encouragé à développer des attitudes favorisant la collaboration.

Sens des responsabilités

L'élève sera encouragé à développer le sens des responsabilités dans l'application des connaissances scientifiques et technologiques, par rapport à la société et à l'environnement naturel.

Sécurité

L'élève sera encouragé à manifester un souci de sécurité dans les contextes scientifiques et technologiques.

Deuxième fondement : Connaissances

Le deuxième fondement met en évidence le contenu des sciences, entre autres, les théories, les modèles, les concepts et les principes essentiels à la compréhension de chaque domaine scientifique. Pour des raisons d'organisation, ce fondement repose sur des disciplines scientifiques couramment acceptées.

Sciences de la vie

Les sciences de la vie s'intéressent à la croissance de diverses formes de vie et à leur interaction avec leur environnement d'une manière qui reflète leur unicité, leur diversité, leur continuité génétique et leur nature changeante. Elles englobent tant l'étude des écosystèmes, de la biodiversité, des organismes et de la cellule que la biochimie, le génie génétique et la biotechnologie.

Sciences physiques

Les sciences physiques, qui comprennent la physique et la chimie, portent sur la matière, l'énergie et les forces. La matière a une structure et ses composantes ont des interactions entre elles. L'énergie relie la matière aux forces gravitationnelle, électromagnétique et nucléaire de l'Univers. Les sciences physiques se préoccupent de la charge, de la quantité de mouvement et des lois de conservation de la masse et de l'énergie.

Sciences de la Terre et de l'espace

Les sciences de la Terre et de l'espace ajoutent une dimension mondiale et universelle aux connaissances de l'élève. La Terre, notre planète, a une forme et une structure et des régularités de changement, tout comme le Système solaire qui nous entoure et l'Univers physique au-delà de celui-ci. Les sciences de la Terre et de l'espace réunissent la géologie, la météorologie et l'astronomie.

Les thèmes sont les idées principales des sciences et de la technologie qui transcendent les frontières des disciplines et mettent en évidence l'unité qui caractérise les sciences de la nature. Six thèmes ont été isolés pour le programme de sciences de l'école secondaire de deuxième cycle.

Le changement
L'élève développera une compréhension de la façon dont les entités naturelles évoluent dans le temps, de la façon de prédire la direction du changement et, dans certains cas, la manière dont le changement peut être contrôlé.

La diversité
L'élève développera une compréhension de l'ensemble des formes vivantes et non vivantes de la matière, les méthodes utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes de la matière en se fondant sur des patrons qui se répètent.

L'énergie
L'élève développera une compréhension de la capacité d'effectuer un travail à l'origine de la plupart des évènements dans l'univers, et ce, grâce aux diverses formes interconvertibles de l'énergie.

L'équilibre
L'élève développera une compréhension de l'état dans lequel des forces ou des processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique.

La matière
L'élève développera une compréhension des parties constituantes et les divers états de la matière dans le monde physique.

Les systèmes
L'élève développera une compréhension des groupes interreliés de choses ou d'évènements qui peuvent être définis en fonction de ce qui les délimite et, dans certain cas, en fonction de leurs intrants et de leurs extrants.

Troisième fondement : Sciences, technologie et société (STS)

Comprendre de la portée et la nature des sciences, de leurs liens avec la technologie et le contexte social de leur évolution constitue le troisième fondement. Voici une courte description des grandes idées qui sous-tendent ce volet du programme.

Nature des sciences

Les sciences offrent une démarche méthodique de se renseigner sur la nature des choses, en s'appuyant sur l'observation et les preuves recueillies. Elles permettent d'explorer notre environnement, de recueillir des données et d'élaborer des idées qui aident à interpréter et à expliquer ce qu'on voit. L'activité scientifique procure une assise conceptuelle et théorique servant à prédire, interpréter et expliquer les phénomènes naturels et techniques. Les sciences reposent sur une combinaison de connaissances précises, de théories, d'observations et d'expérimentations. On expérimente, adapte et améliore sans cesse des idées ayant leurs fondements dans la science. Cela donne lieu à de nouvelles connaissances et explications qui remplacent celles ayant cours jusqu'ici.

Sciences et technologie

La technologie a pour but de résoudre des problèmes pratiques en vue de satisfaire des besoins des êtres humains. Les progrès de la technologie ont, de tout temps, été intimement liés à ceux des sciences, les deux secteurs exerçant l'un sur l'autre un effet catalyseur. Malgré d'importantes corrélations et interdépendances, ces deux secteurs présentent aussi des distinctions majeures. Les sciences sont axées sur l'élaboration et la vérification des connaissances, tandis que la technologie est centrée sur la formulation de solutions faisant appel à des dispositifs et à des systèmes qui répondent à un besoin précis dans le contexte des limites imposées par le problème défini. La mesure de la connaissance scientifique réside dans son utilité à expliquer, interpréter et prédire, tandis que celle de la technologie consiste dans l'efficacité avec laquelle elle permet d'atteindre un objectif défini.

Contextes social et environnemental

L'histoire des sciences atteste que les progrès scientifiques surviennent dans un contexte social. De nombreux exemples illustrent l'influence des traditions culturelles et intellectuelles sur les questions et les méthodologies scientifiques et comment, en retour, les sciences ont influencé le domaine plus large des idées.

Aujourd'hui, la recherche est souvent poussée par un besoin ou une question d'ordre social ou environnemental. Tout comme les recherches antérieures ont mené à des solutions technologiques, beaucoup de nouvelles techniques sont à l'origine de problèmes environnementaux et sociaux complexes. De plus en plus, ces questions font partie des programmes politiques. Le potentiel des sciences d'informer l'individu, les communautés et la société et de leur permettre de prendre des décisions éclairées est une des raisons d'être de la culture scientifique dans une société démocratique.

Quatrième fondement : Habiletés

Les habiletés que l'élève développe et perfectionne pour répondre à des questions, résoudre des problèmes et prendre des décisions représentent le quatrième fondement du programme. Ces habiletés ne sont pas exclusives aux sciences, mais elles en facilitent beaucoup la compréhension et jouent un rôle important dans l'adaptation des sciences et de la technologie à de nouvelles situations. Le programme de sciences met l'accent sur quatre types d'habiletés. Chaque domaine d'habiletés suit une évolution de la maternelle à la 12e année. La portée et la complexité de son application s'accroissent progressivement.

Identification du problème et planification

Ce sont les habiletés qui consistent à formuler des questions, cerner des problèmes et élaborer des idées et des plans préliminaires.

Réalisation et enregistrement de données

Ce sont les habiletés qui consistent à mener à bien un plan d'action, ce qui comprend la collecte de données par le biais de l'observation et, dans la plupart des cas, la manipulation de matériaux et d'équipement.

Analyse et interprétation

Ce sont les habiletés qui consistent à examiner l'information et les preuves recueillies, à traiter et à présenter les données afin de les interpréter, et enfin de faire l'interprétation, l'évaluation et l'application des résultats.

Communication et travail d'équipe

Dans le domaine des sciences comme dans les autres, il est essentiel de savoir communiquer dans tous les contextes où l'on est appelé à élaborer, vérifier, interpréter débattre et accepter des idées. Les aptitudes pour le travail en équipe revêtent aussi une grande importance, puisque l'élaboration et l'application d'idées scientifiques sont un processus de collaboration tant dans la société que dans la salle de classe.

ORGANISATION DU PROGRAMME

Attitudes à cultiver

Une liste des attitudes à développer figure au début de chaque cours de sciences du deuxième cycle du secondaire. Ces résultats spécifiques précisent ce que doit accomplir l'élève pendant chacun des cours en conjonction avec les résultats spécifiques indiqués dans chaque unité d'étude pour les fondements Connaissances, STS et Habiletés

Unités d'étude

Dans le programme d'études de sciences du deuxième cycle du secondaire, chaque cours comporte quatre unités d'étude. Chaque unité des cours de niveau 20 et 30 comprend les éléments suivants.

Thèmes

Les thèmes sont les grands concepts scientifiques qui transcendent les unités d'étude.

Survol

Le survol présente le contenu d'une unité et propose une façon de l'enseigner.

Liens avec les mathématiques

Cette section dresse une liste des sujets du programme d'étude de mathématiques ayant un lien avec le contenu scientifique de l'unité.

Questions d'encadrement

Ces questions délimitent le contexte dans lequel présenter la matière et suggèrent un point central pour les activités de recherche et l'application des idées par l'élève.

Concepts clés

Les concepts énoncent les principales idées à développer dans chaque unité. Certains peuvent être abordés dans d'autres unités du même cours ou dans d'autres cours. Les résultats d'apprentissage décrits précisent à quel point on doit étudier un concept donné.

Résultats d'apprentissage

Chaque unité présente deux types de résultats :

- Les résultats d'apprentissage généraux (RAG) expriment les principaux objectifs que doivent atteindre les élèves au cours de leur apprentissage de chaque unité.
- Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) formulent de façon précise l'étendue de chaque résultat d'apprentissage général et de l'unité. On indique des résultats spécifiques relatifs aux trois fondements : Connaissances; Sciences, technologie et société (STS); Habiletés.

Les résultats d'apprentissage sont numérotés à des fins de référence. Cette numérotation ne vise pas à signifier une séquence d'enseignement fixe.

Exemples

Un grand nombre des résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Écrits en italiques, ces exemples **ne font pas partie du programme obligatoire**, mais servent à illustrer une manière possible d'atteindre le résultat d'apprentissage.

Mise en valeur du fondement STS

Les RAS relatifs au fondement Sciences, technologie et société (STS), ainsi qu'au fondement Habiletés pour chaque résultat général d'une unité comprennent l'un des aspects suivants sur lequel il faudra mettre l'accent :

- Nature des sciences
- Sciences et technologie
- Contextes social et environnemental

La mise en valeur du fondement STS fournit aux élèves des occasions de développer les habiletés et les concepts connexes décrits aux pages 8 à 10.

Liens supplémentaires

Les liens avec la mise en valeur du fondement STS (pages 8 à 10) sont indiqués en **caractères gras** et (entre parenthèses) après les résultats d'apprentissage spécifiques de ce fondement, ainsi qu'après les résultats spécifiques ou exemples relatifs au fondement Habiletés. Des liens avec le programme d'études des Technologies de l'information et de la communication (TIC) pour le secondaire deuxième cycle (pages 11 à 13) sont indiqués en **caractères gras** et [entre crochets] après certains des résultats spécifiques et exemples relatifs aux STS et aux habiletés. Les liens avec les STS et les TIC indiquent que le concept ou l'habileté à accentuer pour le secondaire deuxième cycle ont été pris en compte dans le résultat d'apprentissage spécifique ou dans l'exemple.

Remarque : La liste des liens avec les STS et les TIC n'est pas exhaustive; d'autres liens peuvent exister.

Cadre pour mettre en valeur de la nature des sciences (de la 10e à la 12e année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur l'acquisition des connaissances scientifiques)

L'élève vient à comprendre que :

- les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel **(NS1)**;
- le savoir et les théories scientifiques s'acquièrent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de l'expérimentation et aux explications qu'on en retire **(NS2)**;
- la savoir scientifique naît de l'examen et de la critique par leurs pairs des travaux des chercheurs et de la répétition de leurs recherches **(NS3)**;
- le savoir scientifique est appelé à changer au fil des nouveaux faits mis au jour et des nouvelles lois et théories testées et par la suite révisées, renforcées ou rejetées **(NS4)**;
- la recherche scientifique repose sur **(NS5)** :
  - l'indication d'un fondement théorique pertinent **(NS5a)**;
  - une formulation claire des questions à étudier ou des idées à vérifier et de leurs paramètres **(NS5b)**;
  - l'élaboration d'une méthode de recherche **(NS5c)**;
  - l'évaluation et la sélection de moyens de collecte et d'enregistrer des données **(NS5d)**;
  - la réalisation de la recherche **(NS5e)**;
  - l'analyse des faits et l'énoncé d'explications plausibles d'après des théories et des concepts scientifiques **(NS5f)**;
- les paradigmes scientifiques sont des inventions conceptuelles qui aident à organiser, interpréter et expliquer les constatations **(NS6)** :
  - On se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et pour expliquer les observations et prédire les observations futures **(NS6a)**.
  - Les conventions mathématiques, la nomenclature et la notation sont des moyens d'organiser et de communiquer des théories, des rapports et des concepts scientifiques (les symboles chimiques, par exemple) **(NS6b)**.
  - Le langage scientifique est précis, et chaque champ d'études a sa propre terminologie **(NS6c)**.
- la recherche scientifique se limite à certaines questions **(NS7)**.

Habiletés (axées sur la recherche scientifique)

Identification du problème et planification **(IP-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- trouver, énoncer et délimiter les questions à étudier **(IP-NS1)**;
- concevoir une expérience, déterminer et contrôler les variables majeures **(IP-NS2)**;
- faire des prévisions et formuler une hypothèse d'après les faits ou l'information à sa disposition ou des théories existantes **(IP-NS3)**;
- évaluer et sélectionner les procédures et les moyens appropriés afin de rassembler des données et des preuves, y compris les méthodes d'échantillonnage qui conviennent **(IP-NS4)**.

Réalisation et enregistrement de données **(PR-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant une question scientifique **(PR-NS1)**;
- sélectionner et employer, avec efficacité et exactitude, les instruments qui conviennent pour recueillir des données **(PR-NS2)**;
- effectuer des procédures, contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures au besoin **(PR-NS3)**;
- compiler et organiser des données, à la main ou à l'aide d'un ordinateur, selon un mode de présentation convenant à la tâche, tels des diagrammes, des organigrammes, des tableaux et des graphiques **(PR-NS4)**;
- appliquer les normes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) à l'égard de la manutention et de l'élimination des matières dangereuses **(PR-NS5)**.

Analyse et interprétation **(AI-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- appliquer la terminologie, les systèmes de classification et la nomenclature appropriés utilisés dans les sciences **(AI-NS1)**;
- interpréter les schémas et les tendances que révèlent les données recueillies et prédire la valeur d'une variable par interpolation ou extrapolation à partir de données graphiques ou de la droite la mieux ajustée **(AI-NS2)**;
- estimer et calculer la valeur des variables, comparer les valeurs théoriques et empiriques et tenir compte des divergences **(AI-NS3)**;
- reconnaître les restrictions des données ou des mesures, expliquer les sources d'erreurs et évaluer la pertinence, la fiabilité et la justesse des données et des méthodes de collecte de données **(AI-NS4)**;
- faire ressortir les nouvelles questions ou les nouveaux problèmes émanant des connaissances acquises **(AI-NS5)**;
- tirer une conclusion des données rassemblées au cours d'une expérience et expliquer comment les preuves recueillies confirment ou réfutent l'hypothèse, la prédiction ou la théorie initiale **(AI-NS6)**.

Communication et travail d'équipe **(CT-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec les autres membres de l'équipe à l'élaboration et à la réalisation de recherches **(CT-NS1)**;
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et ses conclusions **(CT-NS2)**;
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et la réalisation de recherches **(CT-NS3)**.

Cadre pour mettre en valeur les sciences et la technologie (de la 10[e] à la 12[e] année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur l'interrelation des sciences et de la technologie)

L'élève vient à comprendre que :

- la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques **(ST1)**;
- les progrès technologiques peuvent supposer la mise au point et la mise à l'essai de prototypes de même que l'application de connaissances tirées de domaines scientifiques et de disciplines connexes **(ST2)**;
- les problèmes technologiques exigent souvent plusieurs solutions faisant appel à des concepts, des matériaux et des procédés différents et ayant chacun des répercussions aussi bien prévues que non prévues **(ST3)**;
- le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles techniques, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4)**;
- le perfectionnement technologique comporte les étapes suivantes **(ST5)** :
  - formuler clairement les problèmes à résoudre et leurs paramètres ainsi qu'établir les critères à respecter pour évaluer la solution technologique **(ST5a)**;
  - définir les restrictions, les avantages et les inconvénients **(ST5b)**;
  - élaborer des concepts et des prototypes;
  - faire l'essai et l'évaluation des concepts et des prototypes en fonction des critères établis **(ST5d)**;
- les produits de la technologie sont des dispositifs, des systèmes et des procédés qui répondent à des besoins précis; cependant, ces produits ne peuvent pas résoudre tous les problèmes **(ST6)**;
- il faut évaluer la pertinence, les risques et les avantages de la technologie pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, y compris la durabilité **(ST7)**.

Habiletés (axées sur la résolution des problèmes)

Identification du problème et planification **(IP-ST)**

L'élève doit pouvoir :

- énoncer les questions auxquelles il faut répondre pour résoudre des problèmes pratiques **(IP-ST1)**;
- proposer et évaluer diverses solutions à un problème pratique, en sélectionner une et dresser un plan de mise en œuvre **(IP-ST2)**;
- évaluer et choisir les méthodes et instruments qui conviennent pour rassembler des données et de l'information afin de résoudre le problème posé **(IP-ST3)**.

Réalisation et enregistrement de données **(PR-ST)**

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant un problème pratique **(PR-NS1)**;
- construire et faire l'essai d'un prototype de dispositif ou de système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent **(PR-ST2)**;
- sélectionner et utiliser les outils, les appareils et le matériel de façon sécuritaire **(PR-ST3)**.

Analyse et interprétation **(AI-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- évaluer des concepts et des prototypes d'après des critères qu'il a lui-même établis, c'est-à-dire leur fonction, leur fiabilité, leur coût, leur sûreté, leur incidence sur l'environnement et l'emploi efficace des matériaux **(AI-ST1)**;
- analyser des solutions de rechange à un problème donné; déterminer les forces et faiblesses possibles de chacune et recommander une méthode pour résoudre le problème en se basant sur les résultats **(AI-ST2)**;
- résoudre des problèmes en choisissant la technologie appropriée pour effectuer les manipulations et les calculs **(AI-ST3)**;
- formuler de nouvelles questions et de nouveaux problèmes à partir de ce qui a été appris et évaluer les applications possibles des résultats **(AI-ST4)**.

Communication et travail d'équipe **(CT-NS)**

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec le reste de l'équipe pour faire l'essai d'un prototype de dispositif ou de système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent **(CT-ST1)**;
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et les conclusions **(CT-NS2)**;
- évaluer l'emploi de méthodes individuelles et collectives pour la planification et l'exécution de tâches et la résolution de problèmes **(CT-ST3)**.

Cadre pour mettre en valeur le contexte social et environnemental (de la 10e à la 12e année)

La mise en valeur de cet aspect du fondement STS favorise l'apprentissage des habiletés et des concepts suivants.

Concepts (axés sur des questions liées à l'application des sciences et de la technologie)

L'élève vient à comprendre que :

- les sciences et la technologie ont pour objet de satisfaire aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain **(SEC1)**;
- les sciences et la technologie ont influencé le cours de l'histoire et les besoins sociétaux et vice versa **(SEC2)**;
- les sciences et la technologie ont des répercussions, aussi bien prévues que non prévues, sur l'être humain et l'environnement **(SEC3)**;
- la société détermine l'orientation des progrès scientifiques et technologiques **(SEC4)** :
  - la société canadienne appuie la recherche scientifique et les progrès technologiques qui contribuent à promouvoir la viabilité de la société, de l'économie et de l'environnement **(SEC4a)**;
  - les décisions relatives à l'application des progrès scientifiques et technologiques doivent tenir compte d'une foule de considérations d'ordre social, culturel, environnemental, éthique et économique, entre autres **(SEC4b)**;
  - la société soutient le progrès scientifique et technologique en reconnaissant les réalisations, en publiant et diffusant les résultats et en y apportant son appui financier **(SEC4c)**;
- l'activité scientifique et technologique peut tenir à des valeurs personnelles et sociales, telles que l'exactitude, l'honnêteté, la persévérance, la tolérance, l'ouverture d'esprit, un esprit critique, la créativité et la curiosité **(SEC5)**;
- les sciences et la technologie peuvent déboucher sur différentes carrières à la suite d'études postsecondaires; elles peuvent ouvrir de nouveaux champs d'intérêt et passe-temps et préparer à un apprentissage qui se poursuit toute la vie **(SEC6)**.

Habiletés (axées sur l'utilisation des sciences pour éclairer la prise de décisions)

Identification du problème et planification **(IP-ST)**

L'élève doit pouvoir :

- trouver des questions à étudier dans le contexte de sujets d'ordre scientifique et technologique **(IP-SEC1)**;
- planifier des recherches complexes d'informations, en utilisant un large éventail de ressources électroniques et imprimées **(IP-SEC2)**;
- évaluer et mettre au point des méthodes appropriées pour la collecte de données et d'informations valables concernant des problèmes liés aux sciences et à la technologie **(IP-SEC3)**.

Réalisation et enregistrement de données **(PR-ST)**

L'élève doit pouvoir :

- repérer, intégrer et synthétiser les renseignements provenant de sources imprimées et électroniques variées concernant une question ou une problématique donnée **(PR-SEC1)**;
- tirer des informations et recueillir des preuves de sources appropriées et évaluer des stratégies de recherche **(PR-SEC2)**.

Analyse et interprétation **(AI-SEC)**

L'élève doit pouvoir :

- évaluer les preuves et la compétence, la fiabilité, l'exactitude scientifique et la validité des sources d'informations d'après un ensemble de critères établis **(AI-SEC1)**;
- évaluer les risques et les avantages des progrès scientifiques et technologiques à partir de points de vue variés **(AI-SEC2)**;
- évaluer les décisions possibles et recommander la meilleure en se fondant sur les constatations faites **(AI-SEC3)**;
- formuler les nouvelles questions qui découlent des recherches et évaluer, de différents points de vue, leurs implications éventuelles en se fondant sur ce qui a été appris **(AI-SEC4)**.

Communication et travail d'équipe **(CT-SEC)**

L'élève doit pouvoir :

- travailler avec les autres membres de l'équipe pour effectuer une recherche sur un problème lié aux sciences et à la technologie **(CT-SEC1)**;
- communiquer de façon convaincante et décisive, à l'aide des formats multimédias appropriés, pour mieux faire comprendre une question complexe liée aux sciences et à la technologie **(CT-SEC2)**;
- présenter des arguments clairs et logiques pour appuyer une décision donnée sur un problème, à partir des constatations faites **(CT-SEC3)**;
- évaluer l'efficacité des processus individuels et collectifs pour faire des recherches sur une question donnée ou pour évaluer des solutions de rechange **(CT-SEC4)**.

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle

Catégorie : Communication, recherche, prise de décisions et résolution de problèmes

Résultats généraux	Résultats spécifiques
C1 **Les élèves accèdent à l'information, l'utilisent et la communiquent, au moyen de différentes technologies.**	C1 4.1 planifier et effectuer des recherches complexes à l'aide de plusieurs sources électroniques 4.2 choisir l'information à partir de sources pertinentes – primaires et secondaires 4.3 évaluer et expliquer les avantages et les inconvénients de différentes stratégies de recherche 4.4 communiquer d'une façon convaincante et engageante, selon les formes appropriées – discours, lettres, rapports, présentations multimédias – en appliquant la technologie de l'information qui convient au contexte ainsi qu'aux personnes et aux fins visées, tout en parvenant à démontrer une bonne compréhension de questions complexes
C2 **Les élèves recherchent différents points de vue au moyen des technologies de l'information.**	C2 4.1 consulter une vaste gamme de sources reflétant des points de vue variés sur des sujets particuliers 4.2 évaluer la validité des points de vue recueillis à la lumière d'autres sources
C3 **Les élèves évaluent l'information avec un esprit critique à l'aide de différentes technologies.**	C3 4.1 évaluer l'autorité [personne, organisme, institution reconnus dans leur domaine], la fiabilité et la validité de l'information obtenue par des moyens électroniques 4.2 faire preuve de discernement dans le choix de l'information obtenue par des moyens électroniques sur un sujet particulier
C4 **Les élèves utilisent des procédés et des outils organisationnels pour gérer l'enquête.**	C4 4.1 utiliser des calendriers, des logiciels de gestion de temps ou de projet pour faciliter le déroulement de l'enquête
C5 **Les élèves utilisent la technologie pour faciliter la collaboration au cours d'une enquête.**	C5 4.1 utiliser les télécommunications pour poser des questions importantes à des spécialistes 4.2 participer à différents types de tribunes (forums) électroniques
C6 **Les élèves utilisent la technologie pour rechercher l'information et (ou) pour résoudre des problèmes.**	C6 4.1 explorer et résoudre des problèmes de prédiction, de calcul et d'inférence 4.2 explorer et résoudre des problèmes d'organisation et de manipulation de l'information 4.3 manipuler des données en utilisant des techniques d'élaboration de diagrammes et de visualisation pour vérifier la validité des inférences et des probabilités 4.4 créer de nouvelles façons de comprendre (appréhender) des situations problématiques en tirant parti de la technologie et de certaines techniques 4.5 évaluer la pertinence de la technologie et des techniques utilisées pour explorer ou résoudre un problème donné
C7 **Les élèves utilisent des technologies de recherche électroniques pour construire leurs savoirs et leur donner du sens.**	C7 4.1 utiliser des stratégies appropriées pour trouver l'information qui répond à leurs besoins personnels 4.2 analyser l'information et en faire la synthèse pour dégager les tendances et les liens entre différentes idées 4.3 utiliser un logiciel de présentation qui leur permettra de démontrer leurs savoirs

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle (suite)

Catégorie : Fonctionnement, connaissances et notions de base

Résultats généraux	Résultats spécifiques
F1 **Les élèves démontrent une bonne compréhension de la nature de la technologie.**	**F1** 4.1 évaluer les points forts et les faiblesses des simulations informatisées par rapport aux problèmes concrets 4.2 résoudre des problèmes scientifiques et mathématiques en choisissant la technologie appropriée pour effectuer des calculs et des expériences 4.3 appliquer la terminologie pertinente à la technologie dans toutes formes de communication 4.4 montrer qu'ils comprennent les principes généraux de la programmation et des algorithmes permettant aux logiciels d'effectuer des opérations et de résoudre des problèmes
F2 **Les élèves comprennent le rôle de la technologie par rapport à eux-mêmes, au travail et à la société.**	**F2** 4.1 utiliser la technologie à l'extérieur de la classe 4.2 analyser la façon dont la créativité et les innovations technologiques transforment l'économie 4.3 montrer qu'ils comprennent les nouveaux systèmes de communication et ceux qui sont en voie d'émergence 4.4 évaluer le potentiel des technologies en voie d'émergence 4.5 appliquer des mesures de conservation dans l'utilisation de la technologie 4.6 montrer qu'ils possèdent une compréhension des principes de base et des problématiques reliées au commerce électronique, tels que les mesures de sécurité, le respect de la vie privée, la commercialisation et les conséquences sur les gouvernements, le monde des affaires et les consommateurs 4.7 utiliser des sources d'information fiables et à jour de partout dans le monde 4.8 analyser et évaluer l'impact de la technologie sur la communauté mondiale
F3 **Les élèves démontrent qu'ils utilisent la technologie en respectant les principes de la morale et de l'éthique.**	**F3** 4.1 montrer qu'ils comprennent comment les changements technologiques peuvent être utiles ou nuisibles pour la société 4.2 relever les données pertinentes indiquant leurs sources d'information et les citer correctement 4.3 respecter la propriété intellectuelle de l'information et son intégrité
F4 **Les élèves démontrent qu'ils deviennent des consommateurs éclairés des médias de masse et de l'information électronique.**	**F4** 4.1 faire la distinction entre le style (la forme) et le contenu d'une présentation 4.2 évaluer l'influence et les résultats des manipulations numériques sur notre perception 4.3 reconnaître et analyser divers facteurs qui modifient l'authenticité de l'information tirée des médias de masse et de la communication électronique
F5 **Les élèves mettent en pratique les principes d'ergonomie et de sécurité quand ils utilisent la technologie.**	**F5** 4.1 évaluer l'aménagement de nouveaux milieux de travail sur le plan de l'ergonomie 4.2 nommer les mesures de sécurité propres à la technologie utilisée
F6 **Les élèves montrent qu'ils possèdent une compréhension fondamentale des habiletés opérationnelles que requièrent différentes technologies.**	**F6** 4.1 montrer qu'ils ont assimilé les résultats d'apprentissage acquis au cours des cycles précédents [Les élèves qui souhaitent poursuivre leurs études dans des domaines spécialisés – électronique, programmation, robotique et autres applications industrielles – ont la possibilité de le faire en ÉPT.]

Résultats d'apprentissage des TIC pour le secondaire deuxième cycle (suite)

Catégorie : Processus de productivité

Résultats généraux	Résultats spécifiques
P1 **Les élèves rédigent un texte, le révisent et en font la mise en page.**	**P1** 4.1 montrer qu'ils ont intégré les résultats d'apprentissage acquis dans les matières et au cours des années scolaires antérieures
P2 **Les élèves organisent et manipulent des données.**	**P2** 4.1 manipuler (manier et organiser) et présenter des données en choisissant des outils appropriés – instruments, calculatrices scientifiques, bases de données et (ou) tableurs
P3 **Les élèves communiquent à l'aide des multimédias.**	**P3** 4.1 choisir et utiliser leurs compétences multimédias, de façon autonome, pour réaliser des présentations dans différentes matières 4.2 renforcer la communication au moyen d'images, d'effets sonores et de musiques appropriés 4.3 appliquer les principes généraux de la mise en page et de la composition graphique à un document en cours d'élaboration
P4 **Les élèves intègrent différentes applications.**	**P4** 4.1 insérer diverses informations visuelles et audio dans un document pour créer un message élaboré en fonction d'un auditoire particulier 4.2 appliquer les principes du graphisme (arts graphiques) pour renforcer le sens et la force d'attraction du message 4.3 utiliser efficacement les logiciels intégrés pour reproduire des documents combinant données, graphiques et texte
P5 **Les élèves naviguent et créent des ressources contenant des hyperliens (hypertextes).**	**P5** 4.1 créer des documents hypertextes adaptés au contenu d'un sujet particulier 4.2 diffuser des pages hypertextes sur le Web, un réseau local ou un réseau étendu
P6 **Les élèves utilisent la technologie de la communication pour interagir avec autrui.**	**P6** 4.1 choisir et utiliser les techniques qui permettent de communiquer efficacement avec un public cible

[Cette page est intentionnellement laissée en blanc.]

PHYSIQUE 20

Le programme de Physique 20 comporte quatre unités :

A : La cinématique
B : La dynamique
C : Mouvement circulaire, travail et énergie
D : Mouvement oscillatoire et ondes mécaniques

Attitudes à cultiver

L'élève doit être encouragé à cultiver des attitudes propres à favoriser l'acquisition et l'utilisation responsable de connaissances en sciences et en technologie. Il faut favoriser le développement des attitudes décrites ci-dessous tout au long du cours de Physique 20, parallèlement à l'atteinte des résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances, aux habiletés, et à l'interaction des sciences, de la technologie et de la société (STS).

Intérêt envers les sciences

L'élève est encouragé à
s'intéresser aux questions de nature scientifique, à développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière :

- *chercher les réponses aux questions qu'il génère*;
- *explorer et utiliser une variété de méthodes et de ressources pour améliorer ses connaissances et ses habiletés*;
- *faire preuve d'esprit critique et être constructif dans son évaluation des nouvelles théories et techniques*;
- *utiliser le vocabulaire et les principes scientifiques dans les discussions quotidiennes*;
- *prendre conscience de l'utilité des mathématiques et de l'aptitude à résoudre les problèmes*;
- *s'intéresser aux sciences et aux technologies qui ne présentent pas de lien direct avec leurs études précédentes*;
- *reconnaître l'importance d'établir des rapports entre diverses disciplines scientifiques*;
- *s'intéresser à poursuivre des études plus poussées en sciences*;
- *se renseigner sur les institutions où il pourra faire des études plus poussées en sciences et en technologie et sur les carrières connexes*;
- *reconnaître qu'un grand nombre de carrières nécessitent des connaissances et des habiletés liées aux sciences et à la technologie.*

Respect à l'égard d'autrui

L'élève est encouragé à
reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent :

- *utiliser une approche à plusieurs points de vue, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux pour formuler des conclusions, résoudre des problèmes ou prendre des décisions concernant un problème de STS*;
- *chercher attentivement et discuter ouvertement des dilemmes éthiques associés aux utilisations des sciences et de la technologie*;
- *explorer les perspectives, les attitudes et les croyances personnelles à l'égard des progrès scientifiques et technologiques*;

- *reconnaître la contribution des sciences et de la technologie au progrès des civilisations;*
- *favoriser le progrès technologique et scientifique en regard des besoins de l'être humain;*
- *reconnaître que les sciences ne sont qu'un moyen parmi d'autres pour interpréter l'univers*
- *reconnaître l'apport des hommes et des femmes à la recherche;*
- *reconnaître les contributions des Canadiennes et des Canadiens à la recherche.*

Esprit scientifique

L'élève est encouragé à
chercher et utiliser des preuves pour évaluer différentes démarches par rapport aux questions, à la recherche ou à la résolution de problèmes et de questions :

- *tenir compte des contextes sociaux et culturels dans lesquels une théorie est développée;*
- *reconnaître la relation qui existe entre la résolution de problèmes scientifiques et la mise au point de nouvelles technologies;*
- *étudier soigneusement les preuves avant d'accepter une nouvelle idée ou une nouvelle explication;*
- *faire preuve d'un esprit critique dans son évaluation des applications des sciences;*
- *remettre en question les arguments lorsque les preuves, les explications ou les positions ne reflètent pas la diversité des perspectives existantes;*
- *faire preuve d'un esprit critique face à des arguments fondés sur l'utilisation fautive, incomplète ou trompeuse de chiffres;*
- *reconnaître l'importance de l'examen des hypothèses de base à l'origine d'un champ d'enquête;*
- *insister sur le fait que les hypothèses fondamentales sur lesquelles se fonde un raisonnement doivent être énoncées de manière explicite afin qu'il soit possible de juger de sa validité;*
- *évaluer les inférences et les conclusions tout en gardant à l'esprit les nombreuses variables en cause dans l'expérimentation;*
- *poser des questions et effectuer une recherche pour s'assurer de bien comprendre;*
- *ne pas ménager les efforts et le temps requis pour faire des inférences valides;*
- *rechercher de nouveaux modèles, de nouvelles explications et théories lorsque des écarts se produisent.*

Collaboration

L'élève est encouragé à
travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que trouver et évaluer des idées :

- *accorder la même attention et la même énergie aux activités menées par le groupe que s'il s'agissait d'un travail personnel;*
- *être attentif au discours des autres, rechercher des points de vue différents et envisager les nombreuses perspectives;*
- *utiliser une technologie de communication appropriée pour obtenir les commentaires des autres;*
- *participer à différents formats de groupes électroniques.*

Sens des responsabilités

L'élève est encouragé à
faire preuve de sensibilité et de sens des responsabilités dans sa poursuite d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable :

- *assumer une partie de la responsabilité collective pour ce qui est de l'impact des êtres humains sur l'environnement;*

- *participer aux activités civiles liées à la préservation et à l'utilisation judicieuse de l'environnement et de ses ressources;*
- *encourager ses pairs ou les membres de sa communauté à participer à un projet lié à la durabilité;*
- *considérer toutes les perspectives quand il est question de problèmes et de la pondération de facteurs scientifiques, technologiques et écologiques;*
- *tenir compte des effets positifs et négatifs sur les êtres humains et la société, des changements environnementaux provoqués par la nature et par les êtres humains;*
- *participer aux réseaux sociaux et politiques qui influencent les politiques environnementales dans sa communauté;*
- *promouvoir les actions qui ne sont pas nocives pour l'environnement;*
- *prendre des décisions personnelles fondées sur un sens des responsabilités envers les parties moins privilégiées de la communauté mondiale et envers les générations futures;*
- *avoir un esprit critique en ce qui concerne les conséquences à court et long terme de la durabilité.*

Sécurité

L'élève est encouragé à
se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités, en se référant au système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et aux renseignements sur l'étiquette des produits de consommation :

- *considérer la sécurité comme une restriction utile dans le contexte des entreprises scientifiques et technologiques;*
- *lire les étiquettes sur les matériaux avant de les utiliser, interpréter les symboles du SIMDUT et consulter un document de référence si les symboles de sécurité ne sont pas compris;*
- *manipuler les matériaux avec précaution, en étant conscient des risques et des conséquences de ses actions;*
- *assumer la responsabilité de la sécurité de tous ceux qui partagent un environnement de travail commun en nettoyant après chaque activité et en éliminant les matériaux conformément aux directives de sécurité;*
- *chercher immédiatement de l'aide pour toute situation exigeant les premiers soins, telles les coupures, les brûlures ou les réactions anormales;*
- *garder son poste de travail en ordre et n'y tenir que le matériel de laboratoire nécessaire;*
- *se montrer critique quant à une méthode, une conception ou un usage particulier de matériaux qui n'est pas sécuritaire ou qui pourrait avoir un impact négatif sur l'environnement;*
- *utiliser la sécurité et l'élimination des déchets comme un critère pour l'évaluation d'une expérience;*
- *inscrire les mesures de précautions relatives à la sécurité et à l'élimination des déchets dans les procédures de laboratoire.*

[Cette page est intentionnellement laissée en blanc.]

Unité A : La cinématique

Thèmes : Changement et systèmes

Survol : L'élève explore les changements de position et de vitesse des objets et des systèmes dans le cadre de l'étude de la cinématique.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :
- Sciences 7, Unité D : Structures et forces
- Sciences 8, Unité D : Systèmes mécaniques
- Sciences 10, Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques

Cette unité prépare l'élève à une étude plus approfondie de la dynamique, des lois de Newton et des particules en mouvement dans les champs gravitationnels, électriques et magnétiques au cours des unités qui suivent et des cours de physique subséquents.

L'Unité A exigera environ 15 % du temps prévu pour le cours de Physique 20.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité A, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• rapports trigonométriques et solutions des triangles	Mathématiques pures 10, RAS 6.1, 6.2 et 6.3 Mathématiques appliquées 10, RAS 6.1, 6.2 et 6.3
• propriétés des fonctions linéaires	Mathématiques pures 10, RAS 4.6 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1, 5.2 et 5.7
• représentation graphique des fonctions quadratiques d'après des données empiriques	Mathématiques pures 20, RAS 2.3 et 2.4 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1 et 2.3
• composantes des vecteurs et addition de vecteurs	Mathématiques pures 10, RAS 6.1 et 6.3 Mathématiques appliquées 30, RAS 5.1 à 5.4

Remarque : L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Comment les changements de position, de vitesse vectorielle et d'accélération nous permettent-ils de prédire la trajectoire d'objets et de systèmes en mouvement? Comment les principes de la cinématique influent-ils sur le développement de nouvelles technologies du système mécanique?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend un résultat clé.

L'élève doit pouvoir

1. décrire le mouvement en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités et d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- quantités scalaires
- quantités vectorielles
- mouvement uniforme
- mouvement uniformément accéléré
- mouvement dans un plan

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire le mouvement en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–A1.1c définir, qualitativement et quantitativement, le déplacement, la vitesse vectorielle et l'accélération.

20–A1.2c définir, du point de vue opérationnel, les quantités scalaires et vectorielles et les comparer en dégageant les différences.

20–A1.3c expliquer, qualitativement et quantitativement, le mouvement uniforme et le mouvement uniformément accéléré lorsqu'on lui fournit des descriptions textuelles, ainsi que des données numériques et graphiques.

20–A1.4c interpréter, quantitativement, le mouvement d'un objet par rapport à un autre en utilisant des vecteurs de déplacement et de vitesse.

20–A1.5c expliquer, quantitativement, le mouvement bidimensionnel dans un plan horizontal ou vertical en utilisant les composantes vectorielles.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

20–A1.1sts expliquer que les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel **(NS1)** :

- *nommer des applications courantes de la cinématique, comme le calcul de la vitesse moyenne d'une course à pied, d'une randonnée à bicyclette ou d'un voyage en automobile ou de l'accélération requise pour lancer un avion à partir d'un porte-avions.*

20–A1.2sts expliquer que les connaissances scientifiques évoluent à mesure que de nouvelles preuves sont découvertes et que les lois et les théories sont testées et, subséquemment, révisées, renforcées ou réfutées (**NS4**) :

- *analyser la chute libre sur la Lune telle qu'illustrée par une bande vidéo.*

20–A1.3sts expliquer que le processus de développement technologique comprend la mise à l'essai et l'évaluation de concepts et de prototypes en fonction de critères établis **(ST5d)** **[TIC C6-4.5]** :

- *étudier l'application des principes de la cinématique à la détermination de la longueur appropriée des pistes d'atterrissage et de décollage des aéroports, à la conception de rampes d'accès et de sortie des routes ou à la synchronisation des feux de circulation, entre autres.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire le mouvement en fonction du déplacement, du temps, de la vitesse vectorielle et de l'accélération.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–A1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- trouver, définir et délimiter les questions à étudier, ex. : *Quelle relation existe-t-il entre l'accélération, le déplacement, la vitesse vectorielle et le temps?* **(IP-NS1)**;
- *expliquer pourquoi on utilise différentes méthodes pour mesurer les distances (ex. : le vol d'oiseau, les jours de voyage, la distance en kilomètres entre le centre d'une ville et le centre d'une autre ville, l'année-lumière).*

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–A1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- faire une expérience pour démontrer les relations entre l'accélération, le déplacement, la vitesse vectorielle et le temps en utilisant les technologies disponibles, *ex. : chronomètres, fourches optiques* **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC C6-4.4]**;
- recueillir des données provenant de diverses sources imprimées et électroniques pour expliquer l'utilisation des concepts de la cinématique, *ex. : dans la synchronisation des feux de circulation* **(PR-ST1) [TIC C1-4.1]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–A1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- tracer des graphiques pour démontrer les relations entre l'accélération, le déplacement, la vitesse vectorielle et le temps pour le mouvement uniforme et le mouvement uniformément accéléré **(AI-NS2)**;
- analyser un graphique produit d'après des données empiriques pour inférer la relation mathématique entre l'accélération, le déplacement, la vitesse vectorielle et le temps pour le mouvement uniforme et le mouvement uniformément accéléré **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- résoudre, quantitativement, des problèmes de mouvement de projectile près de la surface terrestre, en ne tenant pas compte de la résistance de l'air **(AI-NS3) [TIC C6-4.1]**;
- établir la relation entre l'accélération et la pente, et entre le déplacement et l'aire sous la courbe de la vitesse vectorielle en fonction du temps **(AI-NS 2, AI-NS6) [TIC C7-4.2]**;
- analyser des exemples de mouvement uniforme en recourant à des simulations informatiques **(AI-NS3) [TIC C6-4.4]**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–A1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- employer la notation du Système international (SI), de même que les unités fondamentales et dérivées qui conviennent, ainsi que les chiffres significatifs **(CT-NS2)**;★
- utiliser les modes numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés de représentation pour communiquer des idées, des plans et des résultats **(CT-SN2)**;★
- utiliser la notation delta correctement pour décrire les variations de quantité **(CT-ST2)**.★

★ À développer tout au long du cours.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

[Cette page est intentionnellement laissée en blanc.]

Unité B : La dynamique

Thèmes : Changement et systèmes

Survol : L'élève explore les causes des changements de position et de vitesse vectorielle des objets et des systèmes dans le cadre d'une étude de la dynamique et de la gravitation. Le concept de champ est introduit dans l'explication des effets gravitationnels.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :
- Sciences 7, Unité D : Structures et forces
- Sciences 8, Unité D : Systèmes mécaniques
- Sciences 10, Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques
- Physique 20, Unité A : La cinématique

Cette unité prépare l'élève à une étude plus approfondie des lois de Newton, du mouvement périodique et des particules en mouvement dans les champs électriques et magnétiques au cours des unités qui suivent et des cours de physique subséquents.

L'Unité B exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Physique 20.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité B, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• propriétés des fonctions linéaires	Mathématiques pures 10, RAS 4.6 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1, 5.2 et 5.7
• représentation graphique des fonctions quadratiques	Mathématiques pures 10, RAS 2.3 et 2.4 Mathématiques appliquées 10, RAS 2.1 et 2.3
• représentation graphique des fonctions de l'inverse du carré	Mathématiques pures 10, RAS 3.1 Mathématiques appliquées 10, RAS 3.1
• composantes des vecteurs et addition de vecteurs	Mathématiques pures 10, RAS 6.1 et 6.3 Mathématiques appliquées 30, RAS 5.1 à 5.4

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Comment la compréhension des forces aide-t-elle l'être humain à améliorer ou à modifier son environnement? Comment les principes de la dynamique influencent-ils la mise au point de nouvelles technologies mécaniques? Quel rôle les effets gravitationnels jouent-ils dans l'univers?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer les effets des forces équilibrées et non équilibrées sur la vitesse vectorielle;
2. expliquer les effets gravitationnels qui s'étendent à tout l'univers.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou cours. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- lois du mouvement de Newton
- inertie
- addition vectorielle
- frictions statiques et cinétiques
- force gravitationnelle
- loi de la gravitation universelle de Newton
- champ gravitationnel

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer les effets des forces équilibrées et non équilibrées sur la vitesse vectorielle.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–B1.1c expliquer qu'une force nette non nulle cause un changement de vitesse vectorielle.

20–B1.2c appliquer la première loi du mouvement de Newton pour expliquer, qualitativement, l'état de repos ou de mouvement uniforme d'un objet.

20–B1.3c appliquer la deuxième loi du mouvement de Newton pour expliquer, qualitativement, la relation entre la force nette, la masse et l'accélération.

20–B1.4c appliquer la troisième loi du mouvement de Newton, qualitativement, aux interactions entre deux objets, en tenant compte du fait que les deux forces, de grandeur égale et de sens opposé, agissent sur des corps différents.

20–B1.5c expliquer, qualitativement et quantitativement, les forces de friction statique et cinématique qui agissent sur un objet.

20–B1.6c calculer la force résultante, ou ses composantes, agissant sur un objet, par l'addition de vecteurs graphiquement et algébriquement.

20–B1.7c appliquer les lois du mouvement de Newton pour résoudre, algébriquement, des problèmes de mouvement linéaire dans des plans horizontaux, verticaux et inclinés près de la surface de la Terre, en ne tenant pas compte de la résistance de l'air.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur le contexte social et environnemental)

L'élève doit pouvoir

20–B1.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques, que le progrès technologique comprend la mise à l'essai et l'évaluation de concepts et de prototypes en fonction de critères établis et que les produits de la technologie ne permettent pas de résoudre tous les problèmes **(ST1, ST5d, ST6)** **[TIC F2-4.4]** :

- *évaluer la conception et l'utilisation de dispositifs de prévention des blessures dans les domaines de l'automobile et du sport en se basant sur les lois du mouvement de Newton*;
- *expliquer pourquoi les précipices à bisons constituent une solution technologique aux problèmes d'approvisionnement alimentaire et décrire les avantages et les désavantages d'une telle technique.*

20–B1.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et que celle-ci détermine l'orientation des progrès technologiques et scientifiques **(SEC1, SEC4) [TIC F2-4.8]** :

- *discuter l'utilisation de ceintures de sécurité dans les autobus scolaires.*

20–B1.3sts expliquer que le savoir et les théories scientifiques progressent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de la recherche et de l'observation, et aux explications qu'on en tire **(NS2)** :

- *analyser la trajectoire de particules de poussière lunaire telle qu'illustrée par une bande vidéo.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer les effets des forces équilibrées et non équilibrées sur la vitesse vectorielle.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–B1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- cerner des questions émanant de problèmes pratiques qu'il convient d'étudier, ex. : *Quelle est la relation entre l'accélération, la masse et la force agissant sur un objet en mouvement?* **(IP-ST1)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir :

20–B1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser des expériences pour déterminer la relation entre l'accélération, la force et la masse en utilisant les technologies disponibles, *ex. : utiliser un chronomètre ou un détecteur de mouvement pour recueillir des données* **(PR-ST3) [TIC C6-4.4]**;
- faire des recherches sur l'application des principes de la cinématique et de la dynamique dans la vie quotidienne*, ex. : faire des recherches sur les méthodes d'enquête concernant les accidents de la circulation en faisant des recherches dans Internet ou en réalisant des interviews* **(PR-ST1)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–B1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- analyser un graphique produit d'après des données empiriques pour inférer la relation mathématique entre l'accélération, la force et la masse **(AI-NS6) [TIC C6-4.1]**;
- utiliser un diagramme des forces (schéma d'équilibre) pour décrire les forces agissant sur un objet **(AI-NS1)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–B1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer les effets gravitationnels qui s'étendent à tout l'univers.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–B2.1c reconnaître que la force gravitationnelle est l'une des forces naturelles fondamentales.

20–B2.2c décrire, qualitativement et quantitativement, la loi de la gravitation universelle de Newton.

20–B2.3c expliquer, qualitativement, les principes qui s'appliquent à l'expérience de Cavendish utilisée pour déterminer la constante de gravitation universelle G.

20–B2.4c définir le « champ » en tant que concept remplaçant « une action à distance » et appliquer la définition à la description des effets gravitationnels.

20–B2.5c établir le lien, en utilisant la loi de la gravitation universelle de Newton, qualitativement et quantitativement, entre la constante gravitationnelle et la valeur locale de l'accélération due à la gravité.

20–B2.6c prédire, quantitativement, les différences de poids des objets sur différentes planètes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

20–B2.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et pour expliquer les observations et prédire les observations futures **(NS6a)** :

- *comparer l'apesanteur apparente et l'apesanteur nette nulle;*
- *faire des recherches sur l'existence et la forme d'amas globulaires d'étoiles;*
- *expliquer la force des marées sur la Terre;*
- *décrire les forces nécessaires pour accélérer l'engin spatial Mars Rover sur la Terre et sur Mars;*
- *analyser l'évolution des théories de la gravité sous divers angles.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer les effets gravitationnels qui s'étendent à tout l'univers.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–B2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- identifier, définir et délimiter les questions à étudier, *ex. : Quelle est la relation entre la valeur locale de l'accélération due à la gravité et la force du champ gravitationnel?* **(IP-NS1)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–B2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- déterminer, empiriquement, la valeur locale de l'accélération due à la gravité **(RE-NS2)**;
- étudier la relation entre la valeur locale de l'accélération due à la gravité et la force du champ gravitationnel **(RE-NS1) [TIC C7-4.2]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–B2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- énumérer les limites des déterminations masse-poids à divers points de la surface terrestre **(AI-NS4)**;
- traiter l'accélération due à la gravité comme étant uniforme près de la surface terrestre **(AI-NS3)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–B2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie

Thèmes : Énergie et équilibre

Survol : L'élève étend l'étude de la cinématique et de la dynamique au mouvement circulaire uniforme et à l'énergie mécanique, au travail et à la puissance.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :
- Sciences 8, Unité D : Systèmes mécaniques
- Sciences 9, Unité E : Exploration spatiale
- Sciences 10, Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques
- Physique 20, Unité A : La cinématique et Unité B : La dynamique

Cette unité prépare l'élève à une étude plus approfondie du mouvement circulaire, des lois de conservation et des particules en mouvement dans les champs magnétiques au cours des unités qui suivent et des cours de physique subséquents.

L'Unité C exigera environ 30 % du temps prévu pour le cours de Physique 20.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité C, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• propriétés des fonctions linéaires	Mathématiques pures 10, RAS 4.6 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1, 5.2 et 5.7
• réécriture d'une formule	Mathématiques pures 10, RAS 4.4 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1
• représentation graphique des fonctions de l'inverse du carré	Mathématiques pures 10, RAS 3.1 Mathématiques appliquées 10, RAS 3.1

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Quelles sont les conditions nécessaires pour maintenir le mouvement circulaire? Comment la compréhension des lois de conservation contribue-t-elle à la compréhension de l'univers? Comment l'énergie mécanique est-elle transférée et transformée?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer le mouvement circulaire en se basant sur les lois du mouvement de Newton;
2. expliquer que le travail est un transfert d'énergie et que la conservation de l'énergie dans un système isolé est un concept fondamental de la physique.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou cours. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- mouvement circulaire uniforme
- mouvement des planètes et des satellites
- lois de Kepler
- énergie mécanique
- conservation de l'énergie mécanique
- théorème de l'énergie mécanique
- systèmes isolés
- puissance

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer le mouvement circulaire en se basant sur les lois du mouvement de Newton.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–C1.1c décrire le mouvement circulaire uniforme en tant que cas spécial d'un mouvement bidimensionnel.

20–C1.2c expliquer, qualitativement et quantitativement, que dans le mouvement circulaire uniforme, l'accélération est dirigée vers le centre du cercle.

20–C1.3c expliquer, quantitativement, les relations entre la vitesse vectorielle, la fréquence, la période et le rayon dans le cas d'un mouvement circulaire.

20–C1.4c expliquer, qualitativement, le mouvement circulaire uniforme en fonction des lois du mouvement de Newton.

20–C1.5c expliquer, quantitativement, les mouvements des planètes, ainsi que des satellites naturels et artificiels, en utilisant le mouvement circulaire comme approximation des orbites elliptiques.

20–C1.6c prédire la masse d'un corps céleste d'après les données orbitales d'un satellite en mouvement circulaire uniforme autour de ce corps.

20–C1.7c expliquer, qualitativement, comment Newton a utilisé les lois de Kepler pour établir la loi de la gravitation universelle.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

20–C1.1sts expliquer que la recherche scientifique repose sur l'analyse des faits et l'énoncé d'explications plausibles d'après des théories et concepts scientifiques **(NS5f)** :
- *examiner le rôle des perturbations orbitales dans la découverte de planètes éloignées;*
- *faire des recherches sur l'existence de planètes en dehors du système solaire.*

20–C1.2sts expliquer que les sciences et la technologie ont pour objet de répondre aux besoins de la société et d'accroître les capacités de l'être humain **(SEC1) [TIC F2-4.8]** :
- *expliquer les fonctions, applications et effets sociétaux des satellites géosynchrones.*

20–C1.3sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques **(ST1)** :
- analyser les principes et applications du mouvement circulaire dans la vie quotidienne :
  - *expliquer l'utilisation de centrifugeuses dans l'industrie ou en recherche,*
  - *expliquer le mouvement d'une automobile se déplaçant à une vitesse constante dans un virage,*
  - *expliquer le mouvement d'un manège de carnaval ou de terrain de jeu dans un plan horizontal ou vertical,*
  - *expliquer le fonctionnement d'un tour de potier.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer le mouvement circulaire en se basant sur les lois du mouvement de Newton.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–C1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une expérience pour étudier les relations entre la vitesse orbitale, le rayon orbital, l'accélération et la force dans le mouvement circulaire uniforme **(IP-NS2)**;
- explorer les caractéristiques conceptuelles des structures qui facilitent le mouvement circulaire, *ex. : Quelle doit être l'importance de l'inclinaison d'une piste de course pour que la prise de virages à haute vitesse ne soit pas dangereuse?* **(IP-ST1)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–C1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser une expérience en vue d'étudier la relation entre la force nette agissant sur un objet dans un mouvement circulaire uniforme et la fréquence, la masse, la vitesse et le rayon de la trajectoire de l'objet **(RE-NS3)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–C1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- organiser et interpréter des données expérimentales en utilisant des graphiques ou des tableaux déjà préparés **(AI-NS1) [TIC C7-4.2]**;
- construire des graphiques pour comparer les relations entre la fréquence, la masse, la vitesse et le rayon de la trajectoire;
- résumer une analyse de la relation entre la fréquence, la masse, la vitesse et le rayon de la trajectoire **(AI-NS6)**;
- résoudre, quantitativement, des problèmes de mouvement circulaire dans des plans horizontaux ainsi que verticaux, à l'aide de l'algèbre ou de l'analyse graphique vectorielle **(AI-NS3) [TIC C6-4.1]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–C1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer que le travail est un transfert d'énergie et que la conservation de l'énergie dans un système isolé est un concept fondamental de la physique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–C2.1c définir l'énergie mécanique comme étant la somme des énergies cinétique et potentielle.

20–C2.2c déterminer, quantitativement, la relation entre les énergies cinétique, potentielle gravitationnelle et mécanique totale d'une masse à un point entre l'énergie potentielle maximale et l'énergie cinétique maximale.

20–C2.3c analyser, quantitativement, des problèmes de cinématique et de dynamique portant sur la conservation de l'énergie mécanique dans un système isolé.

20–C2.4c se rappeler que le travail est une mesure de l'énergie mécanique transférée et que la puissance est le travail effectué par unité de temps.

20–C2.5c définir la puissance qualitativement et quantitativement.

20–C2.6c décrire, qualitativement, la transformation en énergie mécanique dans un système non isolé.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

20–C2.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures **(NS6a)** :

- *estimer l'énergie libérée durant un impact météoritique à la surface de la Terre;*
- *analyser l'effondrement gravitationnel d'un astre;*
- *examiner comment le champ gravitationnel d'une planète peut aider à propulser une sonde spatiale autour d'elle;*
- *analyser la transformation de l'énergie cinétique et potentielle d'un objet en orbite au périhélie et à l'aphélie.*

20–C2.2sts expliquer que les produits de la technologie sont des dispositifs, des systèmes et des procédés qui correspondent à des besoins précis, mais ne permettent pas de résoudre tous les problèmes **(ST6) [TIC F3-4.1]** :

- *évaluer la conception et l'efficacité de dispositifs de transfert d'énergie en ce qui concerne la relation entre l'énergie mécanique, le travail et la puissance;*
- *analyser l'utilisation des systèmes d'irrigation et des roues hydrauliques dans d'autres cultures, comme les Incas.*

20–C2.3sts déterminer si la société canadienne appuie la recherche scientifique et les progrès technologiques qui contribuent à sa viabilité à long terme, de même qu'à la durabilité de son économie et de l'environnement **(SEC4a) [TIC F2-4.1]** :

- *faire des recherches et présenter un rapport sur une technologie mise au point pour améliorer l'efficacité du transfert d'énergie comme moyen de concilier les besoins énergétiques de la société et la responsabilité qu'a celle-ci de protéger l'environnement et d'utiliser l'énergie judicieusement.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer que le travail est un transfert d'énergie et que la conservation de l'énergie dans un système isolé est un concept fondamental de la physique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–C2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une expérience pour démontrer la conservation de l'énergie, *ex. : Y a-t-il conservation d'énergie dans une collision?* **(IP-NS1, IP-NS2)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–C2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- *réaliser une expérience pour démontrer la loi de la conservation de l'énergie* **(RE-NS3)**;
- *faire des recherches sur l'élaboration de la loi de la conservation de l'énergie à la bibliothèque ou dans Internet* **(RE-NS1) [TIC C1-4.1]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–C2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- utiliser des diagrammes des forces (diagrammes du corps isolé) pour présenter et communiquer les solutions à des problèmes portant sur le théorème de l'énergie mécanique **(AI-NS1)**;
- résoudre, quantitativement, des problèmes de cinématique et de dynamique en appliquant le théorème de l'énergie mécanique **(AI-NS3) [TIC C6-4.1]**;
- analyser des données pour élaborer des stratégies de conservation d'énergie efficaces, *ex. : faire une analyse pour déterminer, dans le cas des automobiles, quelle mesure permettrait d'économiser le plus d'énergie : réduire la limite de vitesse ou modifier le moteur à combustion interne* **(AI-ST2, AI-CSE3) [TIC C7-4.2]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–C2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- utiliser efficacement un logiciel intégré pour produire un rapport comprenant des données, des graphiques et du texte **(CT-NS2) [TIC P4-4.3]**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité D : Mouvement périodique et ondes mécaniques

Thèmes : Énergie et matière

Survol : L'élève étudie le mouvement harmonique simple et les ondes mécaniques.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :
- Sciences 10, Unité B : Flux d'énergie dans les systèmes technologiques
- Physique 20, Unité A : La cinématique, Unité B : La dynamique et Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie

L'unité prépare l'élève à l'étude plus approfondie du mouvement harmonique simple et des phénomènes d'onde dans les cours de physique subséquents.

L'Unité D exigera environ 30 % du temps prévu pour le cours de Physique 20.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité A, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• représentation graphique des fonctions quadratiques	Mathématiques pures 20, RAS 2.3 et 2.4 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1 et 2.3
• propriétés des fonctions sinusoïdales sur une seule période	Mathématiques pures 10, RAS 6.2 Mathématiques appliquées 10, RAS 6.2

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour calculer les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Quels exemples de mouvement périodique trouve-t-on dans le monde qui nous entoure? Comment les ondes mécaniques transmettent-elles l'énergie? Comment la conception des structures et les progrès de la technologie sont-ils influencés par notre compréhension des propriétés des ondes?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. décrire les conditions qui produisent un mouvement périodique;
2. décrire les propriétés des ondes mécaniques et expliquer comment ces ondes transmettent l'énergie.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés à la suite de ces concepts délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- mouvement périodique
- mouvement harmonique simple
- force de rappel
- ressort oscillant, pendule
- résonance mécanique
- ondes mécaniques – longitudinales et transversales
- équation universelle des ondes
- réflexion
- interférence
- résonance acoustique
- effet Doppler

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire les conditions qui produisent un mouvement périodique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–D1.1c décrire le mouvement périodique en fonction de la période et de la fréquence.

20–D1.2c définir le mouvement harmonique simple en tant que mouvement dû à une force de rappel directement proportionnelle et opposée au déplacement par rapport à la position d'équilibre.

20–D1.3c expliquer, quantitativement, la relation entre le déplacement, l'accélération, la vitesse vectorielle et le temps dans le cas du mouvement harmonique simple, tel qu'illustré par un système masse-ressort horizontal ou un pendule sans friction, en utilisant l'approximation du petit angle.

20–D1.4c déterminer, quantitativement, la relation entre les énergies cinétique, potentielle gravitationnelle et mécanique totale d'une masse exécutant un mouvement harmonique simple.

20–D1.5c définir la résonance mécanique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

20–D1.1sts expliquer que les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel **(NS1)** :

- *faire une analyse qualitative des forces dans des exemples réels de mouvement harmonique simple, tels :*
  - *le rôle des ressorts dans la suspension des véhicules,*
  - *la résonance mécanique dans les automobiles, les ponts et les immeubles,*
  - *les ondes sismiques dans la croûte terrestre,*
- *relier la fréquence et l'amplitude fondamentale d'une membrane tympanique qui vibre à ses propriétés.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire les conditions qui produisent un mouvement périodique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–D1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une expérience pour démontrer qu'on peut observer le mouvement harmonique simple dans certaines limites et relier la fréquence et la période du mouvement aux caractéristiques physiques du système, *ex. : un système masse-ressort horizontal ou un pendule sans friction* **(IP-NS2)**;
- prédire les conditions nécessaires pour qu'ait lieu la résonance mécanique **(IP-NS3).**

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–D1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser une expérience pour déterminer la relation entre la longueur d'un pendule et sa période d'oscillation **(RE-NS3)**;
- réaliser une expérience pour illustrer le phénomène de résonance mécanique **(RE-NS3)**;
- réaliser une expérience pour déterminer la constante de rappel d'un ressort **(RE-NS3).**

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–D1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- réaliser une expérience pour déterminer la relation entre la longueur d'un pendule et sa période d'oscillation **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- se demander si la masse du poids d'un pendule est un déterminant de la période d'oscillation **(AI-NS5)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–D1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire les propriétés des ondes mécaniques et expliquer comment ces ondes transmettent l'énergie.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

20–D2.1c décrire les ondes mécaniques comme étant les particules d'un milieu qui subissent un mouvement harmonique simple.
20–D2.2c comparer, en précisant les différences, la transmission d'énergie par la matière en mouvement et par les ondes.
20–D2.3c définir les ondes longitudinales et transversales d'après la direction du mouvement des particules du milieu par rapport à la direction de propagation de l'onde.
20–D2.4c définir les termes et les expressions : longueur d'onde, vitesse de propagation d'une onde, période, fréquence, amplitude, front d'onde et rayon, tels qu'ils s'appliquent à la description des ondes transversales et longitudinales.
20–D2.5c décrire comment la vitesse d'une onde dépend des caractéristiques du milieu.
20–D2.6c prédire quantitativement et vérifier les effets de la modification d'une variable ou d'une combinaison de variables dans l'équation d'onde universelle ($v = f\lambda$).
20–D2.7c expliquer, qualitativement, le phénomène de réflexion tel que représenté par les ondes mécaniques.
20–D2.8c expliquer, qualitativement, les conditions qui déterminent une interférence constructive ou destructive d'ondes et la résonance acoustique.
20–D2.9c expliquer, qualitativement et quantitativement, l'effet Doppler sur un observateur stationnaire dans le cas d'une source mobile.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

20–D2.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques **(ST1) [TIC F2-4.4, F2-4.8]** :
- *étudier l'application de phénomènes acoustiques dans les domaines des loisirs, de la médecine, de l'industrie et de la technologie, comme la sonographie, l'échographie, le sonar, les tuyaux d'orgues, les instruments à vent et les cuivres, les dispositifs de réduction du bruit ou les dispositifs de mesure du bruit;*
- *décrire les propriétés des ondes qui peuvent être utilisées pour modifier la direction ou la vitesse lorsqu'on voyage sur mer ou sur des cours d'eau (surf, canoë et kayak).*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire les propriétés des ondes mécaniques et expliquer comment ces ondes transmettent l'énergie.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

20–D2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- prédire les conditions requises pour que se produisent une interférence constructive et une interférence destructive **(IP-NS3)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

20–D2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- tracer des diagrammes de fronts d'onde et de rayons **(RE-NS4)**;
- tracer le diagramme de fronts d'onde correspondant à un diagramme d'interférence pour une source biponctuelle **(RE-NS4)**;
- réaliser une expérience pour illustrer le phénomène de résonance acoustique **(RE-NS2)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

20–D2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- déterminer la vitesse d'une onde mécanique, *ex. : ondes aquatiques et ondes sonores* **(RE-NS2)**;
- relier les variations apparentes de longueur d'onde et de fréquence à la vitesse de la source par rapport à l'observateur **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

20–D2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

PHYSIQUE 30

On doit mettre en œuvre le programme de Physique 30 en septembre 2008. La mise en œuvre avant ces dates n'est **pas** approuvée.

Le cours de Physique 30 comporte quatre unités :

A : Quantité de mouvement et impulsion
B : Forces et champs
C : Rayonnement électromagnétique
D : Physique atomique

Attitudes à cultiver

L'élève doit être encouragé à cultiver des attitudes propres à favoriser l'acquisition et l'utilisation responsable de connaissances en sciences et en technologie. Il faut favoriser le développement des attitudes décrites ci-dessous tout au long du cours de Physique 30, parallèlement à l'atteinte des résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances, aux habiletés, et à l'interaction des sciences, de la technologie et de la société (STS).

Intérêt envers les sciences

L'élève est encouragé à
s'intéresser aux questions de nature scientifique, à développer son intérêt personnel pour les domaines scientifiques et connexes et y explorer les possibilités de carrière :

- *chercher les réponses aux questions qu'il génère*;
- *explorer et utiliser une variété de méthodes et de ressources pour améliorer ses connaissances et ses habiletés*;
- *faire preuve d'esprit critique et être constructif dans son évaluation des nouvelles théories et techniques*;
- *utiliser le vocabulaire et les principes scientifiques dans les discussions quotidiennes*;
- *prendre conscience de l'utilité des mathématiques et de l'aptitude à résoudre les problèmes*;
- *s'intéresser aux sciences et aux technologies qui ne présentent pas de lien direct avec leurs études précédentes*;
- *reconnaître l'importance d'établir des rapports entre diverses disciplines scientifiques*;
- *s'intéresser à poursuivre des études plus poussées en sciences*;
- *se renseigner sur les institutions où il pourra faire des études plus poussées en sciences et en technologie et sur les carrières connexes*;
- *reconnaître qu'un grand nombre de carrières nécessitent des connaissances et des habiletés liées aux sciences et à la technologie.*

Respect à l'égard d'autrui

L'élève est encouragé à
reconnaître que le savoir scientifique découle de l'interaction d'idées proposées par des personnes dont les opinions et la formation diffèrent :

- *utiliser une approche à plusieurs points de vue, tenant compte des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux pour formuler des conclusions, résoudre des problèmes ou prendre des décisions concernant un problème de STS*;

- *chercher attentivement et discuter ouvertement des dilemmes éthiques associés aux utilisations des sciences et de la technologie;*
- *explorer les perspectives, les attitudes et les croyances personnelles à l'égard des progrès scientifiques et technologiques;*
- *reconnaître la contribution des sciences et de la technologie au progrès des civilisations;*
- *favoriser le progrès technologique et scientifique en regard des besoins de l'être humain;*
- *reconnaître que les sciences ne sont qu'un moyen parmi d'autres d'interpréter l'univers;*
- *reconnaître l'apport des hommes et des femmes à la recherche;*
- *reconnaître les contributions des Canadiennes et des Canadiens à la recherche.*

Esprit scientifique

L'élève est encouragé à
chercher et utiliser des preuves pour évaluer différentes démarches par rapport aux questions, à la recherche ou à la résolution de problèmes et de questions :
- *tenir compte des contextes sociaux et culturels dans lesquels une théorie est développée;*
- *reconnaître la relation qui existe entre la résolution de problèmes scientifiques et la mise au point de nouvelles technologies;*
- *étudier soigneusement les preuves avant d'accepter une nouvelle idée ou une nouvelle explication;*
- *faire preuve d'un esprit critique dans son évaluation des applications des sciences;*
- *remettre en question les arguments lorsque les preuves, les explications ou les positions ne reflètent pas la diversité des perspectives existantes;*
- *faire preuve d'un esprit critique face à des arguments fondés sur l'utilisation fautive, incomplète ou trompeuse de chiffres;*
- *reconnaître l'importance de l'examen des hypothèses de base à l'origine d'un champ d'enquête;*
- *insister sur le fait que les hypothèses fondamentales sur lesquelles se fonde un raisonnement doivent être énoncées de manière explicite afin qu'il soit possible de juger de sa validité;*
- *évaluer les inférences et les conclusions tout en étant gardant à l'esprit les nombreuses variables en cause dans l'expérimentation;*
- *poser des questions et effectuer une recherche pour s'assurer de bien comprendre;*
- *ne pas ménager les efforts et le temps requis pour faire des inférences valides;*
- *rechercher de nouveaux modèles, de nouvelles explications et théories lorsque des écarts se produisent.*

Collaboration

L'élève est encouragé à
travailler en collaboration pour planifier et faire des recherches, de même que trouver et évaluer des idées :
- *accorder la même attention et la même énergie aux activités menées par le groupe que s'il s'agissait d'un travail personnel;*
- *être attentif au discours des autres, rechercher des points de vue différents et envisager les nombreuses perspectives;*
- *utiliser une technologie de communication appropriée pour obtenir les commentaires des autres;*
- *participer à différents formats de groupes électroniques.*

Sens des responsabilités

L'élève est encouragé à
faire preuve de sensibilité et de sens des responsabilités dans sa poursuite d'un équilibre entre les besoins de l'être humain et un environnement durable :

- *assumer une partie de la responsabilité collective pour ce qui est de l'impact des êtres humains sur l'environnement*;
- *participer aux activités civiles liées à la préservation et à l'utilisation judicieuse de l'environnement et de ses ressources*;
- *encourager ses pairs ou les membres de sa communauté à participer à un projet lié à la durabilité*;
- *considérer toutes les perspectives quand il est question de problèmes et de la pondération de facteurs scientifiques, technologiques et écologiques*;
- *tenir compte des effets positifs et négatifs sur les êtres humains et la société, des changements environnementaux provoqués par la nature et par les êtres humains*;
- *participer aux réseaux sociaux et politiques qui influencent les politiques environnementales dans sa communauté*;
- *promouvoir les actions qui ne sont pas nocives pour l'environnement*;
- *prendre des décisions personnelles fondées sur un sens des responsabilités envers les parties moins privilégiées de la communauté mondiale et envers les générations futures*;
- *avoir un esprit critique en ce qui concerne les conséquences à court et long terme de la durabilité.*

Sécurité

L'élève est encouragé à
se soucier de la sécurité au moment de planifier, d'exécuter et de revoir des activités, en se référant au système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et aux renseignements sur l'étiquette des produits de consommation :

- *considérer la sécurité comme une restriction utile dans le contexte des entreprises scientifiques et technologiques*;
- *lire les étiquettes sur les matériaux avant de les utiliser, interpréter les symboles du SIMDUT et consulter un document de référence si les symboles de sécurité ne sont pas compris*;
- *manipuler les matériaux avec précaution, en étant conscient des risques et des conséquences de ses actions*;
- *assumer la responsabilité de la sécurité de tous ceux qui partagent un environnement de travail commun en nettoyant après chaque activité et en éliminant les matériaux conformément aux directives de sécurité*;
- *chercher immédiatement de l'aide pour toute situation exigeant les premiers soins, telles les coupures, les brûlures ou les réactions anormales*;
- *garder son poste de travail en ordre et n'y tenir que le matériel de laboratoire nécessaire*;
- *se montrer critique quant à une méthode, une conception ou un usage particulier de matériaux qui n'est pas sécuritaire ou qui pourrait avoir un impact négatif sur l'environnement*;
- *utiliser la sécurité et l'élimination des déchets comme un critère pour l'évaluation d'une expérience*;
- *inscrire les mesures de précautions relatives à la sécurité et à l'élimination des déchets dans les procédures de laboratoire.*

[Cette page est intentionnellement laissée en blanc.]

Unité A : Quantité de mouvement et impulsion

Thèmes : Changement et systèmes

Survol : L'élève découvre le lien entre la deuxième loi du mouvement de Newton et les concepts de quantité de mouvement et d'impulsion.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Physique 20, Unité A : La cinématique, Unité B : La dynamique et Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie

Cette unité prépare l'élève à l'étude de la mécanique dans les unités suivantes du cours et aux études postsecondaires en physique. L'Unité A exigera environ 15 % du temps prévu pour le cours de Physique 30.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité A, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• propriétés des fonctions linéaires	Mathématiques pures 10, RAS 4.6 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1, 5.2 et 5.7
• représentation graphique des fonctions quadratiques	Mathématiques pures 20, RAS 2.3 et 2.4 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1 et 2.3
• composantes des vecteurs et addition de vecteurs	Mathématiques pures 10, RAS 6.1 et 6.3 Mathématiques appliquées 30, RAS 5.1 à 5.4

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour calculer les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Quelles sont les caractéristiques d'un objet qui influent sur sa quantité de mouvement? Quelle est la relation entre la quantité de mouvement et l'impulsion? Comment notre compréhension des concepts d'impulsion et de quantité de mouvement influence-t-elle la conception des équipements de sécurité et de sport?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend un résultat clé.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer comment se conserve la quantité de mouvement quand des objets interagissent dans un système isolé.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- impulsion
- quantité de mouvement
- lois du mouvement de Newton
- collisions élastiques
- collisions inélastiques

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer comment se conserve la quantité de mouvement quand des objets interagissent dans un système isolé.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–A1.1c définir la quantité de mouvement comme étant une quantité vectorielle égale au produit de la masse et de la vitesse vectorielle d'un objet.

30–A1.2c expliquer, quantitativement, les concepts d'impulsion et de variation de quantité de mouvement, en utilisant les lois du mouvement de Newton.

30–A1.3c expliquer, qualitativement, que la quantité de mouvement est conservée dans un système isolé.

30–A1.4c expliquer, quantitativement, que la quantité de mouvement est conservée dans les interactions unidimensionnelles et bidimensionnelles dans un système isolé.

30–A1.5c définir et comparer, en dégageant les différences, les collisions élastiques et inélastiques en utilisant des exemples quantitatifs ayant trait à la conservation de l'énergie cinétique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

30–A1.1sts expliquer que les problèmes technologiques exigent souvent plusieurs solutions faisant appel à des concepts, des matériaux et des procédés différents et ont des répercussions voulues aussi bien que non-voulues **(ST3) [TIC F3-4.1]** :

- *étudier le rôle de l'impulsion et de la quantité de mouvement dans la conception et le fonctionnement des fusées et des systèmes de propulsion;*
- *évaluer le rôle joué par les lois de conservation, les concepts d'impulsion et d'inertie, et les lois de Newton dans la conception et l'utilisation des dispositifs de prévention des blessures dans le domaine de l'automobile et du sport;*
- *décrire les limites de l'utilisation des résultats découlant des recherches sur les systèmes isolés pour résoudre un problème pratique tel que la conception et la mise au point des premiers sacs gonflables.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer comment se conserve la quantité de mouvement quand des objets interagissent dans un système isolé.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–A1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une expérience en précisant et en contrôlant les variables principales, ex. : *démontrer la conservation de la quantité de mouvement linéaire ou illustrer la relation entre l'impulsion et la variation de quantité de mouvement* **(IP-NS2)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–A1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser une expérience pour démontrer la conservation de la quantité de mouvement linéaire, en utilisant les technologies disponibles, *ex. : rail à coussin d'air, table pneumatique, détecteurs de mouvement, feux stroboscopiques et photographie* **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC C6-4.4]**;
- recueillir de l'information provenant de diverses sources imprimées et électroniques pour expliquer l'utilisation des concepts de quantité de mouvement et d'impulsion, *ex. : fusées et systèmes de propulsion ou interaction entre la tête d'un bâton de golf et la balle* **(PR-ST1, PR-ST2) [TIC C1-4.1]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–A1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- analyser des graphiques qui illustrent la relation entre la force et le temps durant une collision **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- analyser, quantitativement, les interactions unidimensionnelles et bidimensionnelles au moyen de simulations informatiques ou en utilisant des données fournies ou en manipulant des objets **(AI-NS3) [TIC C6-4.2, C7-4.2]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–A1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- employer la notation du Système international (SI), de même que les unités fondamentales et dérivées qui conviennent, ainsi que les chiffres significatifs **(CT-NS2)**;★

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

- utiliser les modes numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés de représentation pour communiquer des idées, des plans et des résultats **(CT-SN2)**;★
- utiliser la notation delta correctement pour décrire les variations de quantité **(CT-ST2)**.★

★ à développer tout au long du cours.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité B : **Forces et champs**

Thèmes : Énergie et matière

Survol : L'élève étudie les forces et les champs électriques et magnétiques et leurs applications dans les dispositifs technologiques.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 9, Unité D : Principes électriques et technologies
- Physique 20, Unité A : La cinématique, Unité B : La dynamique, Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie et Unité D : Mouvement périodique et ondes mécaniques

Cette unité prépare l'élève à l'étude des phénomènes électromagnétiques qui seront abordés dans les unités suivantes et à l'étude de la physique au niveau postsecondaire. L'Unité B exigera environ 30 % du temps prévu pour le cours de Physique 30.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité B, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• propriétés des fonctions linéaires	Mathématiques pures 10, RAS 4.6 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1, 5.2 et 5.7
• représentation graphique des fonctions quadratiques	Mathématiques pures 20, RAS 2.3 et 2.4 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1 et 2.3
• composantes des vecteurs et addition de vecteurs	Mathématiques pures 10, RAS 6.1 et 6.2 Mathématiques appliquées 30, RAS 5.1 à 5.4
• réécriture d'une formule	Mathématiques pures 10, RAS 4.4 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1
• résolution d'équations non linéaires	Mathématiques pures 20, RAS 3.1 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des rapports trigonométriques pour calculer les angles supérieurs à 90° n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Comment détermine-t-on la valeur de la charge élémentaire? Quelle est la relation entre l'électricité et le magnétisme? Comment l'étude du magnétisme facilite-t-elle la compréhension des particules fondamentales? Comment cette compréhension a-t-elle révolutionné le mode de vie moderne?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend trois principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer le comportement des charges électriques en se servant des lois qui régissent les interactions électriques;
2. décrire les phénomènes électriques en utilisant la théorie du champ électrique;
3. expliquer comment les propriétés des champs électriques et magnétiques sont appliquées à de nombreux dispositifs.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- charge électrique
- conservation de la charge
- loi de Coulomb
- champs vectoriels
- champ électrique
- champ magnétique
- différence de potentiel électrique
- interaction des charges dans les champs électriques et magnétiques
- quantification des charges – expérience de Millikan
- induction électromagnétique

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer le comportement des charges électriques en se servant des lois qui régissent les interactions électriques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–B1.1c expliquer les interactions électriques en fonction de la loi de la conservation de la charge.

30–B1.2c expliquer les interactions électriques en fonction de la répulsion et de l'attraction des charges.

30–B1.3c comparer les méthodes de transfert des charges : conduction et induction.

30–B1.4c expliquer, qualitativement, la répartition des charges à la surface des conducteurs et des isolants.

30–B1.5c expliquer, qualitativement, les principes pertinents à l'expérience de la balance de torsion de Coulomb.

30–B1.6c appliquer, quantitativement, la loi de Coulomb à l'analyse de l'interaction de deux charges ponctuelles.

30–B1.7c déterminer, quantitativement, l'intensité et la direction de la force électrique qui s'exerce sur une charge ponctuelle sous l'effet de deux ou de plusieurs autres charges ponctuelles stationnaires dans un plan.

30–B1.8c comparer, qualitativement et quantitativement, la relation de l'inverse du carré exprimée par la loi de Coulomb et par la loi de la gravitation universelle de Newton.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–B1.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures **(NS6a)** :
- *expliquer que le modèle électrique de la matière est essentiel à l'interprétation des phénomènes électriques;*
- *expliquer que la séparation d'une charge et son transfert d'un objet à un autre sont des processus électriques fondamentaux.*

30–B1.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener au développement de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :
- *comparer, en dégageant les différences, les plans d'expérience utilisés par Coulomb et par Cavendish, en ce qui a trait au rôle joué par la technologie dans le progrès scientifique.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer le comportement des charges électriques en se servant des lois qui régissent les interactions électriques.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–B1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- *concevoir une expérience pour examiner la relation entre l'intensité de la charge, la force électrique et la distance qui séparent deux charges ponctuelles* **(IP-NS2)**;
- *prédire les résultats d'une activité démontrant la séparation et le transfert d'une charge* **(IP-NS3) [TIC C6-4.1]**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–B1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- accomplir une activité pour illustrer les méthodes de séparation et de transfert de charge **(RE-NS3)**;
- réaliser une expérience pour démontrer la relation entre l'intensité de la charge, la force électrique et la distance qui séparent deux charges ponctuelles **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC C6-4.4]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–B1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- inférer, d'après des données empiriques, la relation mathématique entre la charge, la force et la distance qui séparent deux charges ponctuelles **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- se servir de diagrammes des forces (schémas d'équilibre) pour décrire les forces électrostatiques qui agissent sur une charge **(AI-NS1)**;
- utiliser des techniques graphiques pour analyser des données, *ex. : redressement d'une courbe, notamment la manipulation des variables pour obtenir une droite* **(AI-NS2) [TIC C6-4.3, C7-4.2]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–B1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et les conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire les phénomènes électriques en utilisant la théorie du champ électrique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–B2.1c définir les champs vectoriels.

30–B2.2c comparer les forces et les champs.

30–B2.3c comparer, qualitativement, l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie potentielle électrique.

30–B2.4c définir la différence de potentiel électrique en tant que variation de l'énergie potentielle électrique par unité de charge.

30–B2.5c calculer la différence de potentiel électrique entre deux points dans un champ électrique uniforme.

30–B2.6c expliquer, quantitativement, les champs électriques en fonction de l'intensité (force) et de la direction par rapport à la source du champ et de l'effet sur une charge électrique.

30–B2.7c définir le courant électrique comme étant la quantité de charge passant par un point de référence par unité de temps.

30–B2.8c décrire, quantitativement, le mouvement d'une charge électrique dans un champ électrique uniforme.

30–B2.9c expliquer, quantitativement, les interactions électriques en utilisant la loi de conservation de l'énergie.

30–B2.10c expliquer l'expérience de la goutte d'huile de Millikan et son importance en ce qui concerne la quantification des charges.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

L'élève doit pouvoir

30–B2.1sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques **(ST1) [TIC F2-4.4]** :

- *évaluer l'utilisation des principes de l'électrostatique pour résoudre des problèmes industriels et technologiques et améliorer la qualité de vie,* ex. : *photocopieurs, épurateurs d'air électrostatiques, cuves de précipitation, produits antistatiques pour vêtements, paratonnerres.*

30–B2.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener au développement de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :

- *expliquer, qualitativement, comment est résolu le problème de la protection des composants délicats d'un ordinateur contre l'effet des champs électriques.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire les phénomènes électriques en utilisant la théorie du champ électrique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur les sciences et la technologie)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–B2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- *évaluer et choisir les méthodes et les instruments appropriés pour recueillir des données et de l'information et pour déterminer et représenter graphiquement des champs électriques* **(IP-ST3) [TIC C6-4.5]**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–B2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- représenter graphiquement des champs électriques, en utilisant les lignes de champ, dans le cas de champs induits par des charges ponctuelles discrètes, des combinaisons de charge ponctuelles discrètes (de même signe et de signe opposé) et des plaques parallèles chargées **(RE-NS2)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–B2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- analyser, quantitativement, le mouvement d'une charge électrique suivant une trajectoire rectiligne ou courbe dans un champ électrique uniforme en utilisant la deuxième loi de Newton et l'addition de vecteurs, ainsi que la loi de conservation de l'énergie **(AI-NS3)**;
- utiliser les conventions scientifiques généralement reconnues et exprimer l'énergie en électronvolts, au besoin **(AI-NS1)**;
- utiliser des diagrammes des forces (schémas d'équilibre) pour décrire les forces agissant sur une charge dans un champ électrique **(AI-NS1)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–B2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3
L'élève doit pouvoir expliquer comment les propriétés des champs électriques et magnétiques sont appliquées à de nombreux dispositifs.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–B3.1c décrire les interactions magnétiques en fonction des forces et des champs.

30–B3.2c comparer les champs gravitationnel, électrique et magnétique (causés par les aimants permanents et les charges en mouvement) en ce qui concerne leur source et direction.

30–B3.3c décrire comment les découvertes d'Oersted et de Faraday constituent le fondement de la théorie reliant l'électricité au magnétisme.

30–B3.4c décrire, qualitativement, une charge en mouvement comme étant la source d'un champ magnétique et prédire l'orientation de ce champ d'après la direction du mouvement.

30–B3.5c expliquer, qualitativement et quantitativement, l'effet d'un champ magnétique uniforme sur une charge électrique en mouvement, en utilisant les relations entre la charge, le mouvement, la direction et la force du champ, lorsque les directions du mouvement et du champ sont mutuellement perpendiculaires.

30–B3.6c expliquer, quantitativement, les effets de champs magnétiques et électriques uniformes sur une charge électrique en mouvement, en utilisant les relations entre la charge, le mouvement, la direction et la force du champ, lorsque les directions du mouvement et des champs sont mutuellement perpendiculaires.

30–B3.7c décrire et expliquer, qualitativement, l'interaction entre un champ magnétique et une charge en mouvement, ainsi qu'entre un champ magnétique et un conducteur traversé par un courant électrique.

30–B3.8c expliquer, quantitativement, l'effet d'un champ magnétique externe sur un conducteur traversé par un courant électrique.

30–B3.9c décrire, qualitativement, les effets du déplacement d'un conducteur dans un champ magnétique externe en ce qui a trait au mouvement de charges électriques dans un champ magnétique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–B3.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures **(NS6a)** :

- *discuter, qualitativement, de la conservation de l'énergie dans le contexte de la loi de Lenz, en donnant des exemples de situations où cette loi s'applique;*
- *faire des recherches sur l'origine et le mécanisme des aurores boréales.*

30–B3.2sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques et qu'il faut en évaluer la pertinence, les risques et les avantages pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, notamment celui de la durabilité **(ST1, ST7) [TIC F2-4.2, F3-4.1]** :

- *évaluer une technologie électromagnétique, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la tomographie par émission de positrons (TEP), les transformateurs, les moteurs à courant alternatif et à courant continu, les générateurs de courant alternatif et de courant continu, les haut-parleurs et les téléphones;*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

- *étudier les effets de l'électricité et du magnétisme sur les organismes vivants sous l'angle des limites des connaissances scientifiques et de la technologie et sous l'angle de la qualité de la vie.*

30–B3.3sts expliquer que le savoir scientifique peut mener au développement de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :

- *décrire la façon dont les développements technologiques ont été influencés par la découverte de la superconductivité;*
- *analyser comment on peut utiliser les nanotubes pour fabriquer des conducteurs à faible résistance.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3
L'élève doit pouvoir expliquer comment les propriétés des champs électriques et magnétiques sont appliquées à de nombreux dispositifs.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–B3.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- concevoir une expérience pour montrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur traversé par un courant électrique **(IP-NS2)**;
- concevoir une expérience pour montrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur en mouvement **(IP-NS2)**;
- *concevoir une expérience pour montrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur une charge électrique en mouvement* **(IP-NS2)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–B3.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser une expérience pour montrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur traversé par un courant électrique, en utilisant l'appareil approprié efficacement et de façon sûre **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC F5-4.2]**;
- réaliser une expérience pour montrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur en mouvement, en utilisant l'appareil approprié efficacement et de façon sûre **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC F5-4.2]**;
- prédire, en utilisant la règle des trois doigts appropriée, les directions relatives du mouvement, de la force et du champ dans les interactions électromagnétiques **(RE-NS2)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–B3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- énoncer, d'après des données expérimentales, une conclusion qui décrit les interactions d'un champ magnétique uniforme et d'un conducteur en mouvement ou traversé par un courant électrique **(AI-NS6)**;
- analyser, quantitativement, le mouvement d'une charge électrique qui suit une trajectoire rectiligne ou courbe dans un champ magnétique uniforme en utilisant la deuxième loi de Newton et l'addition de vecteurs **(AI-NS3) [TIC C7-4.2]**;

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

- analyser, quantitativement, le mouvement d'une charge électrique qui suit une trajectoire rectiligne dans des champs électriques et magnétiques uniformes et mutuellement perpendiculaires en utilisant la deuxième loi de Newton et l'addition de vecteurs **(AI-NS3) [TIC C7-4.2]**;
- utiliser des diagrammes des forces (schémas d'équilibre) pour décrire les forces qui agissent sur une charge électrique dans des champs électriques et magnétiques **(AI-NS1)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–B3.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Unité C : Rayonnement électromagnétique

Thèmes : Diversité et matière

Survol : L'élève étudie la nature et les caractéristiques du rayonnement électromagnétique (RÉM) au moyen des modèles ondulatoire (ondes) et corpusculaire (photons) de la lumière.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :
- Sciences 8, Unité C : Lumière et systèmes optiques
- Physique 20, Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie
- Physique 30, Unité A : Quantité de mouvement et impulsion et Unité B : Forces et champs

L'unité prépare l'élève à l'étude plus approfondie des phénomènes de rayonnement électromagnétique et de la nature de la matière dans l'unité D et à l'étude de la physique au niveau postsecondaire. L'Unité C exigera environ 30 % du temps prévu pour le cours de Physique 30.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité C, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• réécriture d'une formule	Mathématiques pures 10, RAS 4.4 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1
• résolution d'équations non linéaires	Mathématiques pures 20, RAS 3.1 Mathématiques appliquées 10, RAS 2.1

Remarque.– Les systèmes d'équations et les solutions des équations quadratiques ne sont pas requis.

Questions d'encadrement : Quels rôles l'électricité et le magnétisme jouent-ils dans le rayonnement électromagnétique? Le rayonnement électromagnétique est-il de nature ondulatoire ou corpusculaire? Quelles données expérimentales sont nécessaires pour déterminer si le rayonnement électromagnétique est de nature ondulatoire ou corpusculaire? Quels dispositifs technologiques pouvons-nous utiliser aujourd'hui grâce aux recherches sur les phénomènes électromagnétiques et à leurs applications?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend deux principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. expliquer la nature et le comportement du rayonnement électromagnétique en utilisant le modèle ondulatoire;
2. expliquer l'effet photoélectrique en utilisant le modèle quantique.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités ou cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- vitesse du rayonnement électromagnétique
- propagation du rayonnement électromagnétique
- réflexion
- réfraction
- diffraction
- interférence
- réflexion totale interne
- loi de Snell-Descartes
- effet photoélectrique
- effet Compton

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer la nature et le comportement du rayonnement électromagnétique en utilisant le modèle ondulatoire.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–C1.1c décrire, qualitativement, comment toute charge subissant une accélération produit un rayonnement électromagnétique.

30–C1.2c comparer, en dégageant les différences, les composantes du spectre électromagnétique en fonction de la fréquence et de la longueur d'onde.

30–C1.3c expliquer la propagation du rayonnement électromagnétique en se fondant sur des champs électriques et magnétiques perpendiculaires qui varient au cours du temps et se déplacent à partir de leur source à la vitesse de la lumière.

30–C1.4c expliquer, qualitativement, diverses méthodes de mesure de la vitesse du rayonnement électromagnétique.

30–C1.5c calculer la vitesse du rayonnement électromagnétique, quand on lui fournit les données d'une expérience de type Michelson.

30–C1.6c décrire, quantitativement, les phénomènes de réflexion et de réfraction (y compris la réflexion totale interne).

30–C1.7c décrire, quantitativement, des systèmes optiques simples constitués d'une lentille et d'un miroir courbé.

30–C1.8c décrire, qualitativement, la diffraction, l'interférence et la polarisation.

30–C1.9c décrire comment les résultats de l'expérience de la double fente de Young appuient le modèle ondulatoire de la lumière.

30–C1.10c résoudre des problèmes de double fente et de réseau de diffraction en utilisant $\lambda = \frac{xd}{nl}$, $\lambda = \frac{d \sin \theta}{n}$.

30–C1.11c décrire, qualitativement et quantitativement, comment la réfraction appuie le modèle ondulatoire du rayonnement électromagnétique en utilisant $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

30–C1.12c comparer, en dégageant les différences, les spectres visibles produits par des réseaux de diffraction et des prismes triangulaires.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–C1.1sts expliquer que les connaissances scientifiques évoluent à mesure que de nouvelles preuves sont découvertes et que les lois et les théories sont éprouvées et, subséquemment, révisées, renforcées ou réfutées (**NS4**) :

- *utiliser des exemples tels que le point brillant de Poisson, la vitesse de la lumière dans l'eau, les lunettes de soleil, la photographie et les diodes à cristaux liquides pour expliquer l'évolution des théories.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

30–C1.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener au développement de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :

- *décrire les méthodes de mesure de la vitesse du rayonnement électromagnétique (RÉM);*
- *étudier la conception des serres, des appareils photographiques, des télescopes, des capteurs solaires et des fibres optiques;*
- *étudier les effets de la fréquence et de la longueur d'onde sur la croissance des plantes;*
- *étudier l'application des techniques d'interférométrie à la recherche de planètes en dehors du système solaire.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir expliquer la nature et le comportement du rayonnement électromagnétique en utilisant le modèle ondulatoire.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–C1.1h poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- prédire les conditions requises pour observer la diffraction **(IP-NS3)**;
- prédire les conditions requises pour observer la réflexion totale interne **(IP-NS3)**;
- concevoir une expérience pour mesurer la vitesse de la lumière **(IP-NS2)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–C1.2h mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser des expériences pour démontrer la réfraction dans le cas de surfaces de séparation planes ou uniformément courbes **(RE-NS2)**;
- réaliser une expérience pour déterminer l'indice de réfraction de diverses substances **(RE-NS2, RE-NS3, RE-NS4)**;
- réaliser une étude pour déterminer la distance focale d'une lentille mince ou d'un miroir courbe **(RE-NS2, RE-NS3, RE-NS4)**;
- observer les spectres visibles formés par des réseaux de diffraction et des prismes triangulaires **(RE-NS2)**;
- réaliser une expérience pour déterminer la longueur d'onde d'une source lumineuse dans l'air ou dans un liquide en utilisant une double fente ou un réseau de diffraction **(RE-NS2, RE-NS3)**;
- réaliser une expérience pour vérifier les effets qu'ont sur un modèle d'interférence les variations de la longueur d'onde, de la distance entre les fentes ou de la distance par rapport à l'écran **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC C7-4.2]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–C1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- établir la représentation mathématique de la loi de la réfraction d'après des données expérimentales **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- utiliser des diagrammes de rayons pour décrire l'image formée par une lentille mince ou un miroir courbe **(AI-NS1)**;
- démontrer la relation qui existe entre la longueur d'onde, la distance entre les fentes et la distance par rapport à l'écran au moyen de données empiriques et d'algorithmes **(AI-NS6)**;

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

- déterminer la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique en utilisant des données provenant de démonstrations et d'autres sources, *ex. : longueurs d'ondes de micro-ondes à partir de modèles d'interférence dans le cas de signaux de télévision ou de fours à micro-ondes* **(AI-NS3, AI-NS4)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–C1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions, *ex. : dessiner des diagrammes de rayons* **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer l'effet photoélectrique en utilisant le modèle quantique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–C2.1c définir le photon comme étant un quantum de rayonnement électromagnétique et calculer son énergie.

30–C2.2c classer les régions du spectre électromagnétique selon l'énergie du photon.

30–C2.3c décrire l'effet photoélectrique en fonction de l'intensité et de la longueur d'onde de la lumière incidente et du matériau surficiel.

30–C2.4c décrire, quantitativement, l'émission photoélectrique en se servant des concepts reliés à la conservation de l'énergie.

30–C2.5c décrire l'effet photoélectrique comme étant un phénomène qui appuie la notion de la dualité onde-particule du rayonnement électromagnétique.

30–C2.6c expliquer, qualitativement et quantitativement, l'effet Compton, en appliquant les lois de la mécanique ou de la conservation de la quantité de mouvement et d'énergie aux photons, à titre d'exemple supplémentaire de la dualité onde-particule.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–C2.1sts expliquer que le savoir et les théories scientifiques progressent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de la recherche et de l'observation et aux explications qu'on en tire **(NS2)** :

- *décrire comment Hertz a découvert l'effet photoélectrique en étudiant les ondes électromagnétiques;*
- *décrire comment Planck a utilisé la quantification de l'énergie pour expliquer le rayonnement du corps noir.*

30–C2.2sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures **(NS6a)** :

- *faire des recherches et rédiger un rapport sur les premières étapes de l'élaboration de la théorique quantique;*
- *déterminer les similarités entre les efforts des physiciens pour unifier les théories et la vision du monde holistique des autochtones.*

30–C2.3sts expliquer que la technologie a pour objet de fournir des solutions à des problèmes pratiques **(ST1) [TIC F2-4.4]** :

- *analyser, en termes généraux, le fonctionnement de diverses applications techniques des photons pour résoudre des problèmes pratiques, comme les dispositifs d'ouverture de porte automatique, les sonneries d'alarme, les posemètres, les détecteurs de fumée, l'examen des soudures aux rayons X ou l'analyse de la structure des cristaux.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir expliquer l'effet photoélectrique en utilisant le modèle quantique.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–C2.1h poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- prédire l'effet de la variation de l'intensité ou de la fréquence du rayonnement incident ou du changement de matériau de la photocathode sur l'émission photoélectrique **(IP-NS3)**;
- *concevoir une expérience pour mesurer la constante de Planck, en utilisant une cellule photovoltaïque ou une diode électroluminescente* **(IP-NS2, IP-NS4).**

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–C2.2h mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- *réaliser une expérience pour démontrer l'effet photoélectrique* **(RE-NS3) [TIC C6-4.4]**;
- *mesurer la constante de Planck en utilisant une cellule photovoltaïque ou une diode électroluminescente* **(DEL) (RE-NS2, RE-NS3).**

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–C2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- analyser et interpréter des données empiriques recueillies en faisant une expérience sur l'effet photoélectrique, au moyen d'un graphique tracé à la main ou à l'ordinateur **(AI-NS2, AI-NS4) [TIC C6-4.2, C6-4.3]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–C2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques pour communiquer des renseignements et des idées et pour évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2).**

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

[Cette page est intentionnellement laissée en blanc.]

Unité D : **Physique atomique**

Thèmes : Énergie et matière

Survol : L'élève étudie l'élaboration et la modification des modèles de la structure de la matière.

Cette unité se fonde sur les connaissances acquises en :

- Sciences 9, Unité E : Exploration spatiale
- Physique 20, Unité C : Mouvement circulaire, travail et énergie
- Physique 30, Unité A : Quantité de mouvement et impulsion, Unité B : Forces et champs, et Unité C : Rayonnement électromagnétique

Cette unité prépare l'élève à l'étude de la nature de la matière dans les cours de physique de niveau postsecondaire. L'Unité D exigera environ 25 % du temps prévu pour le cours de Physique 30.

Liens avec les mathématiques : Les sujets suivants du programme de mathématiques sont liés au contenu de l'Unité D, mais ne sont pas considérés comme des préalables.

Sujets :	Ces sujets sont abordés dans les cours suivants :
• réécriture d'une formule	Mathématiques pures 10, RAS 4.4 Mathématiques appliquées 10, RAS 5.1
• résolution d'équations non linéaires	Mathématiques pures 20, RAS 3.1 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.1
• propriétés de la fonction exponentielle	Mathématiques pures 20, RAS 6.4 Mathématiques pures 30, RAS 2.4 et 2.5 Mathématiques appliquées 20, RAS 2.3 à 2.5

Remarque.– L'utilisation des systèmes d'équations, de la formule quadratique et des logarithmes n'est pas requise.

Questions d'encadrement : Comment est organisé l'atome? Comment peut-on soumettre un modèle de l'atome et du noyau à des essais expérimentaux? Comment la connaissance de la structure interne de l'atome mène-t-elle à la mise au point d'applications d'approvisionnement en énergie et à la technologie de l'imagerie diagnostique?

Résultats d'apprentissage généraux : L'unité comprend quatre principaux résultats.

L'élève doit pouvoir

1. décrire la nature électrique de l'atome;
2. décrire la quantification de l'énergie dans les atomes et les noyaux;
3. décrire la fission et la fusion nucléaires comme étant les sources naturelles d'énergie les plus puissantes;
4. décrire l'évolution constante des modèles de la structure de la matière.

Concepts clés : Les concepts énumérés ci-dessous sont étudiés dans le cadre de l'unité, mais peuvent aussi être abordés dans d'autres unités d'apprentissage ou dans d'autres cours. Les résultats d'apprentissage énoncés délimitent le champ d'études et précisent le degré d'approfondissement de la matière.

- rapport de la charge à la masse – expérience de Thomson
- modèle classique de l'atome (Rutherford, Bohr)
- spectre continu, spectre discret d'émission et spectre discret d'absorption
- niveaux d'énergie (états)
- hypothèse de De Broglie
- modèle de la mécanique quantique
- demi-vie
- désintégration nucléaire
- réactions nucléaires
- modèle standard de la matière

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire la nature électrique de l'atome.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–D1.1c expliquer que la matière contient des charges positives et négatives discrètes.

30–D1.2c expliquer comment la découverte des rayons cathodiques a contribué à l'établissement des modèles atomiques.

30–D1.3c expliquer l'expérience de J.J. Thomson et l'importance des résultats du point de vue tant des sciences que de la technologie.

30–D1.4c expliquer, qualitativement, le rôle important qu'ont eu les résultats de l'expérience de diffusion de Rutherford dans la compréhension de la taille et de la masse relatives du noyau et de l'atome.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–D1.1sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :

- *expliquer comment l'identification de l'électron et de ses caractéristiques est un exemple d'interaction des sciences et de la technologie;*
- *analyser le fonctionnement des tubes à rayons cathodiques et des spectromètres de masse.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 1
L'élève doit pouvoir décrire la nature électrique de l'atome.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–D1.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- identifier, définir et cerner les questions à étudier, ex. : *Quelle est l'importance du rôle joué par les rayons cathodiques dans l'élaboration des modèles de l'atome?* **(IP-NS1)**;
- évaluer et choisir les méthodes et les instruments appropriés pour recueillir des données, y compris les méthodes appropriées d'échantillonnage, *ex. : utiliser des champs électriques et magnétiques pour déterminer le rapport de la charge à la masse de l'électron* **(IP-NS4) [TIC C6-4.5, F1-4.2]**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–D1.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- réaliser une expérience, ou se servir de simulations, pour déterminer le rapport de la charge à la masse de l'électron **(RE-NS2, RE-NS3) [TIC C6-4.4, F1-4.2]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–D1.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- déterminer la masse d'un électron ou d'un ion, si on lui fournit les données empiriques appropriées **(AI-NS3)**;
- établir une formule pour calculer le rapport de la charge à la masse contenant des variables d'entrée qu'il est possible de mesurer au moyen d'une expérience où l'on utilise des champs électriques et magnétiques **(AI-NS6)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–D1.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire la quantification de l'énergie dans les atomes et les noyaux.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–D2.1c expliquer, qualitativement, comment l'émission d'un rayonnement électromagnétique par une particule chargée subissant une accélération rend non valide le modèle classique de l'atome.

30–D2.2c expliquer que chaque élément possède un spectre de raies unique.

30–D2.3c expliquer, qualitativement, les caractéristiques des spectres continus, de spectres discrets d'émission et de spectres discrets d'absorption, ainsi que les conditions nécessaires pour les produire.

30–D2.4c expliquer, qualitativement, le concept des états stationnaires et le lien entre ces états et les spectres observés des atomes et des molécules.

30–D2.5c calculer la différence d'énergie entre les états, en s'appuyant sur la loi de conservation de l'énergie et sur les caractéristiques observées d'un photon émis.

30–D2.6c expliquer, qualitativement, comment la diffraction électronique corrobore expérimentalement l'hypothèse de De Broglie.

30–D2.7c décrire, qualitativement, comment l'expérience de l'interférence électronique créée par une double fente montre que, contrairement à l'intuition, les systèmes quantiques tels que les photons et les électrons peuvent être représentés comme des particules ou des ondes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–D2.1sts expliquer que le savoir et les théories scientifiques progressent grâce aux hypothèses formulées, aux preuves issues de la recherche et de l'observation et aux explications qu'on en tire **(NS2)** :

- *faire des recherches et rédiger un rapport sur l'utilisation des spectres (émission et absorption) dans l'étude de l'univers et l'identification des substances;*
- *examiner comment les données empiriques ont orienté l'évolution du modèle de l'atome.*

30–D2.2sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles technologies, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :

- *faire des recherches et rédiger un rapport sur l'application des concepts spectraux ou quantiques à la conception et au fonctionnement de dispositifs pratiques, comme les feux de circulation, les signaux publicitaires, les microscopes électroniques ou les lasers.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 2
L'élève doit pouvoir décrire la quantification de l'énergie dans les atomes et les noyaux.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–D2.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :
- prédire les conditions nécessaires pour produire des spectres discrets d'émission et des spectres discrets d'absorption **(IP-NS3)**;
- prédire les transitions d'énergie possibles dans l'atome d'hydrogène, en utilisant un diagramme annoté montrant les niveaux d'énergie **(IP-NS3)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–D2.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :
- observer des spectres discrets d'émission et des spectres discrets d'absorption **(RE-NS3)**;
- observer les spectres de raies typiques de certains éléments **(RE-NS3)**;
- faire des recherches à la bibliothèque ou au moyen d'outils électroniques pour comparer qualitativement, en dégageant les différences, les modèles classique et quantique de l'atome **(RE-NS1) [TIC C1-4.1, C7-4.2]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–D2.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :
- identifier les éléments représentés dans les spectres de raies produits par des échantillons de substances en les comparant aux spectres de raies typiques des éléments **(AI-NS6) [TIC C7-4.2]**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–D2.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :
- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3
L'élève doit pouvoir décrire la fission et la fusion nucléaires comme étant les sources naturelles d'énergie les plus puissantes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–D3.1c décrire la nature et les propriétés, y compris les effets biologiques, des rayonnements alpha, bêta et gamma.

30–D3.2c écrire les équations nucléaires, en utilisant la notation isotopique, des désintégrations alpha, bêta moins et bêta plus, y compris le neutrino et l'antineutrino approprié.

30–D3.3c faire des calculs simples, non logarithmiques, de demi-vie.

30–D3.4c utiliser la loi de conservation des charges et le nombre de masse pour prédire les particules émises par un noyau.

30–D3.5c comparer, en dégageant les différences, les caractéristiques des réactions de fission et de fusion.

30–D3.6c établir le lien, qualitativement et quantitativement, entre le défaut de masse du noyau et l'énergie libérée dans les réactions nucléaires en utilisant le concept d'équivalence de la masse et de l'énergie d'Einstein.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–D3.1sts expliquer que les sciences ont pour objet d'accroître la connaissance du monde naturel **(NS1)** :

- *étudier le rôle des réactions nucléaires dans l'évolution de l'univers – nucléosynthèse, expansion et contraction des étoiles;*
- *étudier l'annihilation des particules et la production de paires.*

30–D3.2sts expliquer que les produits de la technologie sont des dispositifs, des systèmes et des procédés qui correspondent à des besoins précis et qu'il faut évaluer la pertinence, les risques et les avantages de la technologie pour l'application à laquelle on la destine, sous différents rapports, notamment celui de la durabilité **(ST6, ST7) [TIC F2-4.2, F3-4.1]** :

- *évaluer les risques et les avantages de l'exposition des passagers des avions au rayonnement cosmique, de la radiographie dentaire, de l'utilisation de radio-isotopes comme traceurs, de l'irradiation des aliments, de l'utilisation de la fission ou de la fusion comme source commerciale d'électricité, et de la recherche sur le noyau et les particules atomiques;*
- *évaluer l'utilisation potentielle de la fission et de la fusion comme source commerciale d'électricité pour répondre aux besoins croissants d'énergie en tenant compte des générations présentes et futures.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 3
L'élève doit pouvoir décrire la fission et la fusion nucléaires comme étant les sources naturelles d'énergie les plus puissantes.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–D3.1h poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- prédire les caractéristiques de pénétration des produits de désintégration nucléaire **(IP-NS3)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–D3.2h mener des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- faire des recherches et rédiger un rapport sur les hommes et les femmes de sciences qui ont contribué à la compréhension de la structure du noyau de l'atome **(RE-NS1)**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–D3.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- représenter graphiquement des données sur la désintégration radioactive et estimer la valeur des demi-vies **(AI-NS2) [TIC C6-4.3]**;
- interpréter les chaînes de désintégration radioactives courantes **(AI-NS6)**;
- représenter graphiquement des données sur la désintégration radioactive et inférer une relation exponentielle entre la radioactivité mesurée et le temps écoulé **(AI-NS2) [TIC C6-4.3]**;
- comparer l'énergie libérée durant une réaction nucléaire à celle libérée par une réaction chimique en se fondant sur l'énergie par unité de masse des réactifs **(AI-NS3)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–D3.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques pour communiquer des renseignements et des idées et pour évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis.** Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 4
L'élève doit pouvoir décrire l'évolution constante des modèles de la structure de la matière.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux connaissances

L'élève doit pouvoir

30–D4.1c expliquer comment l'analyse des trajectoires des particules a contribué à la découverte des particules subatomiques et à la détermination de leurs caractéristiques.

30–D4.2c expliquer, qualitativement, pourquoi des accélérateurs de particules de haute énergie sont nécessaires pour étudier les particules subatomiques quant à la force nucléaire.

30–D4.3c décrire le modèle moderne du proton et du neutron fondé sur les quarks.

30–D4.4c comparer, en dégageant les différences, les quarks haut, les quarks bas, l'électron et l'électron neutrino électronique et leurs antiparticules quant à la charge et l'énergie (masse-énergie).

30–D4.5c décrire la désintégration bêta plus ($ß^+$) et bêta moins ($ß^-$) en utilisant les fermions élémentaires de première génération et le principe de la conservation de la charge (les diagrammes de Feynman ne sont pas requis).

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux sciences, à la technologie et à la société (STS)
(résultats axés sur la nature des sciences)

L'élève doit pouvoir

30–D4.1sts expliquer qu'on se sert souvent de concepts, de modèles et de théories pour interpréter et expliquer des observations ou prédire les observations futures **(NS6a)** :
- *faire des recherches et rédiger un rapport sur l'élaboration des modèles de la matière.*

30–D4.2sts expliquer que les connaissances scientifiques évoluent à mesure que de nouvelles preuves sont découvertes et que les lois et les théories sont éprouvées et, subséquemment, révisées, renforcées ou réfutées **(NS4)** :
- *observer comment la violation apparente des lois de conservation a permis de modifier le modèle de l'atome, c.-à-d. une interruption apparente des lois de conservation nécessite l'existence de neutrinos.*

30–D4.3sts expliquer que le savoir scientifique peut mener à la mise au point de nouvelles techniques, tout comme les nouveautés technologiques peuvent être la source de découvertes scientifiques **(ST4) [TIC F2-4.4]** :
- *examiner comment les accélérateurs de particules de haute énergie ont contribué à l'élaboration du modèle standard de la matière.*

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.

Résultat d'apprentissage général 4
L'élève doit pouvoir décrire l'évolution constante des modèles de la structure de la matière.

Résultats d'apprentissage spécifiques relatifs aux habiletés
(résultats axés sur la nature des sciences)

Identification du problème et planification

L'élève doit pouvoir

30–D4.1h poser des questions au sujet de relations observées et planifier des recherches pour traiter de questions, d'idées, de problèmes et d'enjeux :

- prédire les caractéristiques des particules élémentaires d'après des images de leur trajectoire dans une chambre à bulles avec champ magnétique externe **(IP-NS3)**.

Réalisation et enregistrement de données

L'élève doit pouvoir

30–D4.2h mener des recherches sur des relations entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information :

- *faire des recherches, à la bibliothèque ou au moyen d'outils électroniques, sur la relation entre les particules fondamentales et les interactions qu'elles subissent* **(RE-NS1) [TIC C1-4.1]**.

Analyse et interprétation

L'élève doit pouvoir

30–D4.3h analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour élaborer et évaluer des solutions possibles :

- analyser, qualitativement, les trajectoires d'autres particules subatomiques que les protons, les électrons et les neutrons **(AI-NS2) [TIC C7-4.2]**;
- écrire des équations de désintégration β^+ et β^-, en identifiant les fermions élémentaires qui interviennent **(RE-NS4)**;
- utiliser les règles des trois doigts pour déterminer la nature de la charge d'une particule **(AI-NS6)**;
- utiliser les conventions scientifiques généralement reconnues et exprimer la masse en mégaélectronvolts par c^2 (MeV/c^2), s'il y a lieu **(AI-NS1)**.

Communication et travail d'équipe

L'élève doit pouvoir

30–D4.4h travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques afin de communiquer des renseignements et des idées et évaluer des résultats :

- sélectionner et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer les résultats et conclusions **(CT-NS2)**.

Remarque.– Certains résultats d'apprentissage sont accompagnés d'exemples. Ces exemples, inscrits en italiques, **ne font pas partie du programme requis**. Il s'agit simplement de démarches suggérées.